



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학박사 학위논문

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션
설계모형 개발

Development of a Design Model for
Virtual Reality Based Educational Simulation

2019년 8월

서울대학교 대학원

교육학과 교육공학전공

한 형 중

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형 개발

지도교수 임 철 일

이 논문을 교육학박사 학위논문으로 제출함
2019년 7월

서울대학교 대학원
교육학과 교육공학 전공
한 형 중

한형중의 박사 학위논문을 인준함
2019년 7월

위 원 장	_____	(인)
부 위 원 장	_____	(인)
위 원	_____	(인)
위 원	_____	(인)
위 원	_____	(인)

국문 초록

미래 사회에서 요구하는 역량을 보다 효과적으로 향상시키기 위해 현장을 반영한 교육 필요성이 강조되고 있다. 다양한 혁신적 노력과 시도가 이루어지고 있지만 무엇보다 맥락과 실재를 반영한 접근이 이루어져야 한다. 이에 대한 한 가지 접근 방안으로 교육용 시뮬레이션을 고려해 볼 수 있다. 교육용 시뮬레이션은 컴퓨터 혹은 웹 기반 학습 환경에서 활용하는 콘텐츠로 실제와 유사하게 구현한 컴퓨터 환경에서 학습자의 직접적인 작동이 가능하다. 하지만 기존 교육용 시뮬레이션은 텍스트, 그림 등을 2차원적으로 표상하여 현실성을 반영하는 데 한계를 지닌다. 또한, 다양한 시점에서 사건과 상황에 대한 탐색 및 분석적 활동을 수행하는 데 어려움을 지닌다. 현실에서의 특정 맥락과 상황 속에서 사용자의 역동적인 활동을 효과적으로 구현하는 데 제한점이 있는 것이다.

이상의 한계점을 극복할 수 있는 방안으로 가상현실에 대한 활용 가능성이 모색되고 있다. 가상현실은 실제 환경을 기반으로 구현된 상호작용이 가능한 3차원 환경 혹은 기술이다. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션은 실제 현장을 3차원으로 구현하기 때문에 보다 현실적인 학습 경험을 제공하여 몰입이 이루어질 수 있다. 현장에서 접근하기 어려운 교육적 문제나 상황에 대한 역동적인 탐구와 실천 기회를 제공하므로 실제감 높은 훈련이 가능하다. 특히, 교육이나 훈련이 필요하지만 위험성이나 현실의 제약조건으로 이루어지지 못한 다양한 맥락에서 사용자의 학습 경험을 확장 시켜줄 수 있다. 하지만 가상현실이 지닌 특성과 요소를 고려하여 보다 효과적인 교육용 시뮬레이션이 구현될 수 있음에도 불구하고 이에 대한 종합적인 안내와 처방을 제시한 연구는 미흡하다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 최적화된 설계를 위해 다양한 설계 요소들을 총체적으로 고려해야 한다.

따라서 본 연구에서는 설계·개발 연구 방법론을 활용하여 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 최적화된 설계를 위한 설계원리와 절차 모형을 개발하였다. 또한, 설계모형의 적용을 통해 프로토타입을 개발하여 설계자, 교수자, 학습자 대상의 실제적인 반응을 확인하였다. 모형 개발을 위해 본 연구에서는 선행 연구 분석, 사례 분석, 전문가 면담, 관련 주요 이론 검토를 포함하여 다양한 측면에서 자료 수집 및 분석을 실시하였

다. 이를 통해 초기 구성요소와 설계원리 및 지침, 절차 모형을 도출하였다. 도출된 초기 결과에 대해 해당 분야의 연구 경험이나 연구 실적을 지닌 연구자, 실제 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 및 개발자, 교수설계자 대상의 전문가 타당화를 실시하여 수정 및 보완이 이루어졌다.

연구 결과, ‘맥락적 시나리오’, ‘시뮬레이션 행위 유발성’, ‘실제적 활동 및 반응’ 총 세 가지의 구성요소를 도출하였다. 이상의 구성요소를 기반으로 1) 현실 문제 부합성의 원리, 2) 가상현실 기술 적합성의 원리, 3) 현실 환경 유사성의 원리, 4) 구조 계획의 원리, 5) 전문가 접근 구현의 원리, 6) 활동 전개에의 구성 원리, 7) 단순-복잡의 진행 원리, 8) 가상 인식의 원리, 9) 조작 및 선택의 현실성 원리, 10) 정보 제공의 원리, 11) 사고 촉진의 원리, 12) 반성적 성찰의 원리 총 열 두개의 설계원리를 개발하였다. 각 설계원리별 구체적인 설계 지침이 포함된다. 최종적으로 개발한 설계모형은 크게 두 가지로 설계의 일반적 특성을 함축적으로 나타내는 ‘일반적 절차 모형’, 세부적인 측면에서 효과적인 설계가 이루어질 수 있도록 구체적 단계와 내용이 포함된 ‘상세화된 구체적 절차 모형’이다. 모형의 일반적 단계는 ① 탐색 ② 분석 및 선정 ③ 점진적 설계, ④ 구현 및 검증, ⑤ 유지 및 관리로 이루어진다. 탐색 단계는 현실에서 발생하는 문제에 대한 탐색, 시뮬레이션 활동 목적 확인의 세부 단계가 포함된다. 분석 및 선정 단계는 사건 원인 분석, 사용자 특성 분석, 교육용 시뮬레이션 유형 선정, 설계 개요도 작성과 적합성 확인, 현실 환경 및 객체 분석이 이루어진다. 점진적 설계 단계는 거시적 측면(Macro)에서의 구조에 해당하는 시나리오 및 구조도 설계, 중간(Meso) 수준의 활동 측면에서 예상 활동 및 반응, 시뮬레이션 스토리보드 설계, 미시적 측면(Micro)에서는 지원 요소 및 전략에 해당하는 정보 및 안내, 조작 및 활동, 가상 결과 및 피드백 기능 설계가 포함된다. 구현 및 검증 단계는 개발된 개념적 수준의 스토리보드를 기반으로 교육용 시뮬레이션의 가상현실 구현, 점검 및 확인을 통한 오류 추적이 이루어진다. 마지막으로 유지 및 관리에서는 주기적 점검을 통한 질적 관리 등이 실시된다.

본 연구는 가상현실을 기반으로 한 교육용 시뮬레이션의 최적화된 설계를 위한 원리를 종합적으로 탐색하고 이를 안내하는 절차 모형 개발을 통해 처방을 하였다는 점에서 의의를 지닌다. 또한 가상현실이라는 새로운 테크놀로지를 기반으로 한 교육용 시뮬레이션 콘텐츠의 개발을 위해

교수설계의 영역을 가상현실 분야로 확장하는 개척연구가 이루어졌다는 점에서 의미가 있다.

주요어 : 가상현실, 교육용 시뮬레이션, 콘텐츠, 가상현실 콘텐츠,
디지털 콘텐츠, 가상실재감, 교수설계, 미래교육

학 번 : 2016-30409

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 문제	9
3. 연구의 의의	10
4. 용어의 정의	13
II. 선행문헌 고찰	16
1. 교육에서의 시뮬레이션	16
가. 시뮬레이션 개념 및 특성	16
나. 시뮬레이션 유형	21
다. 시뮬레이션의 교육적 효과	25
라. 교육용 시뮬레이션 설계	28
2. 가상현실 기반 시뮬레이션의 교육적 활용	34
가. 가상현실의 개념 및 특성	34
나. 가상현실의 교육적 활용 가능성	42
다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 중요성과 효과	44
3. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계	49
가. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 이론적 기저	49
나. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 요소	54
다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형	63
III. 연구 방법	66
1. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 및 모형 개발	71
가. 선행문헌 고찰	74
나. 전문가 면담	77
다. 사례 분석	78
2. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 및 모형 타당화	80
가. 내적 타당화 검토	80
나. 외적 타당화 검토	93

IV. 연구 결과	98
1. 초기 설계원리 및 모형 개발	98
가. 초기 개념적 구성요소 도출	98
나. 초기 설계원리 및 지침 개발	105
다. 초기 절차 모형 개발	133
2. 설계원리 및 모형의 내적 타당화 결과	139
가. 1차 전문가 타당화 결과 및 검토 의견	139
나. 2차 전문가 타당화 결과 및 검토 의견	165
다. 3차 전문가 타당화 결과 및 검토 의견	191
라. 설계원리 및 모형 적용을 통한 프로토타입 개발	220
마. 프로토타입 개발에 대한 설계자 반응	262
3. 외적 타당화 결과	272
가. 프로토타입에 대한 교수자 반응	272
나. 프로토타입에 대한 학습자 반응	278
4. 최종 설계원리 및 모형	290
가. 개념적 구성요소	290
나. 설계원리 및 지침	293
다. 설계 절차 모형	316
V. 논의 및 결론	334
1. 논의	334
가. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 핵심 어포던스와 원리	334
나. 설계원리와 교육용 시뮬레이션 유형	339
다. 교수설계 측면에서의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 모형	341
라. 학습 측면에서의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 모형	344
마. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 실천 전략	348
2. 결론 및 제언	352
가. 요약 및 결론	352
나. 연구의 한계 및 제언	354

참 고 문 헌	357
부 록	386
Abstract	436

표 목 차

<표 II-1> 시물레이션 운영 단계별 주요 내용	18
<표 II-2> 시물레이션 학습 과정	19
<표 II-3> 시물레이션 유형 구분	22
<표 II-4> 교육용 시물레이션을 위한 일반 설계 지침	30
<표 II-5> 가상현실의 개념	36
<표 II-6> 선행문헌 고찰을 통한 주요 내용 정리	59
<표 II-7> 선행문헌 고찰을 통한 설계원리 및 지침 도출	60
<표 III-1> 설계·개발 연구의 주요 특징	66
<표 III-2> 설계·개발 연구 대표적 유형	67
<표 III-3> 연구 단계별 자료 수집 및 분석 방법	69
<표 III-4> 설계원리, 전략, 지침에 대한 주요 특성	72
<표 III-5> 주요 내용별 자료 수집 및 분석	73
<표 III-6> 초기 설계원리 도출을 위한 전문가 면담 대상자 특성	77
<표 III-7> 사례 분석 대상 특성	79
<표 III-8> 전문가 타당화 대상자 주요 특징	81
<표 III-9> 설계모형 및 원리에 대한 전문가 타당화 평가항목	84
<표 III-10> 구성요소에 대한 타당화 문항	85
<표 III-11> 설계원리 및 모형 전반에 대한 타당화 문항	86
<표 III-12> 프로토타입 개발 참여자 구성 및 주요 역할	88
<표 III-13> 사용성 평가 절차 및 내용	89
<표 III-14> 사용성 반응에 대한 질문	90
<표 III-15> 사용자 반응 평가 대상자 특성	94
<표 III-16> 외적 타당화 절차 및 내용	95
<표 III-17> 가상 실재감 측정 설문 문항	97
<표 IV-1> 초기 구성요소 도출을 위한 체계적 문헌고찰 결과	99
<표 IV-2> 초기 개념적 구성요소 종합	103
<표 IV-3> 초기 설계원리 도출을 위한 면담 내용 정리	111
<표 IV-4> 면담 내용 분석 기반의 초기 설계원리 도출	112
<표 IV-5> 사례 분석 기반의 초기 설계원리 도출	126
<표 IV-6> 초기 설계원리 및 지침	129

<표 IV-7> 초기 설계원리, 주요 설계모형의 특성, 전문가 면담 시사점의 모형화	135
<표 IV-8> 구성요소에 대한 1차 타당화 결과	139
<표 IV-9> 구성요소에 대한 1차 전문가 검토 의견	140
<표 IV-10> 설계원리 도출 과정에 대한 전문가 타당화 결과	142
<표 IV-11> 설계원리 전반에 대한 1차 전문가 타당화 결과	143
<표 IV-12> 설계원리 전반에 대한 1차 전문가 검토 의견	144
<표 IV-13> 설계원리 및 지침에 대한 1차 타당화 결과	146
<표 IV-14> 개별 설계원리 및 지침에 대한 1차 전문가 검토 의견	152
<표 IV-15> 2차 설계원리 및 지침	155
<표 IV-16> 절차 모형에 대한 1차 전문가 타당화 결과	160
<표 IV-17> 절차 모형에 대한 1차 전문가 검토 의견	160
<표 IV-18> 구성요소에 대한 2차 타당화 결과	165
<표 IV-19> 구성요소에 대한 2차 전문가 검토 의견	166
<표 IV-20> 설계원리 전반에 대한 2차 전문가 타당화 결과	167
<표 IV-21> 설계원리 전반에 대한 2차 전문가 검토 의견	168
<표 IV-22> 설계원리 및 지침에 대한 2차 타당화 결과	169
<표 IV-23> 개별 설계원리 및 지침에 대한 2차 전문가 검토 의견	175
<표 IV-24> 3차 설계원리 및 지침	178
<표 IV-25> 절차 모형에 대한 2차 전문가 타당화 결과	183
<표 IV-26> 절차 모형에 대한 2차 전문가 검토 의견	183
<표 IV-27> 모형의 특성 및 전제 요약	189
<표 IV-28> 구성요소에 대한 3차 타당화 결과	191
<표 IV-29> 구성요소에 대한 3차 전문가 검토 의견	192
<표 IV-30> 설계원리 전반에 대한 3차 전문가 타당화 결과	193
<표 IV-31> 설계원리 및 지침에 대한 3차 타당화 결과	194
<표 IV-32> 개별 설계원리 및 지침에 대한 3차 전문가 검토 의견	201
<표 IV-33> 4차 설계원리 및 지침	205
<표 IV-34> 절차 모형에 대한 3차 전문가 타당화 결과	215
<표 IV-35> 절차 모형에 대한 3차 전문가 검토 의견	216
<표 IV-36> 현장의 특성을 확인할 수 있는 동영상 자료 분석(1)	223
<표 IV-37> 현장의 특성을 확인할 수 있는 동영상 자료 분석(2)	225

<표 IV-38> 현장의 특성을 확인할 수 있는 동영상 자료 분석(3)	228
<표 IV-39> 교사의 수업 운영 문제점과 빈도	232
<표 IV-40> 대상자 특성 분석	236
<표 IV-41> 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 개요도 ...	237
<표 IV-42> 적합성 검토에 참여한 전문가 특성	238
<표 IV-43> 적합성 검토 결과	239
<표 IV-44> 현실 환경 및 객체 분석 결과	240
<표 IV-45> 시나리오 내용 설계	242
<표 IV-46> 각 사건에 대한 행동과 반응 및 피드백 평가 문항	247
<표 IV-47> 시나리오 중 각 사건별 행동과 반응 및 피드백 설계 ...	248
<표 IV-48> 설계원리에 대한 설계자 반응	262
<표 IV-49> 설계모형에 대한 설계자 반응	267
<표 IV-50> 프로토타입에 대한 교수자 반응	272
<표 IV-51> 프로토타입에 대한 학습자 반응	278
<표 IV-52> 가상 실재감 측정 결과	288
<표 IV-53> 최종 설계원리 및 지침	294
<표 IV-54> 모형의 특징 및 전제(최종)	318

그 립 목 차

[그림 II-1] 컴퓨터 환경에서의 시뮬레이션 구조와 절차	20
[그림 II-2] 학습 피라미드(The learning pyramid)	26
[그림 II-3] 현실과 가상의 연속체 상에서의 구분	35
[그림 II-4] 상호작용형 가상현실의 예(1) : Labster사의 CSI Forensics Lab	37
[그림 II-5] 상호작용형 가상현실의 예(2) : Simodont	37
[그림 II-6] 360도 가상현실의 예 : Exteriors 360	38
[그림 II-7] 가상환경 구성 요소	41
[그림 II-8] 혼합현실에서의 기능성 게임 설계모형	64
[그림 III-1] 개념적 구성요소 도출을 위한 체계적 문헌 고찰 과정	75
[그림 III-2] 프로토타입의 충실도(fidelity) 수준과 본 연구의 프로토타입 충실도 개발 수준	91
[그림 IV-3] 사례 1 주요 화면 : 시뮬레이션 맥락 안내	114
[그림 IV-4] 사례 1 주요 화면 : 시뮬레이션 진행 및 맥락 확인을 위한 질문 제시	115
[그림 IV-5] 사례 1 주요 화면 : 수행 정도 확인을 위한 퀴즈	115
[그림 IV-6] 사례 1 주요 화면 : 안내자 역할을 수행하는 아바타	116
[그림 IV-7] 사례 1 주요 화면 : 가상의 손 제시	116
[그림 IV-8] 사례 1 주요 화면 : 도구 이름 및 역할에 대한 설명	116
[그림 IV-9] 사례 1 주요 화면 : 멀티미디어 자료 제공을 통한 내용 및 이론 학습	117
[그림 IV-10] 사례 2 주요 화면 : 상황에 대한 배경 및 맥락 정보 제공 ..	117
[그림 IV-11] 사례 2 주요 화면 : 사용자의 대안 선택	118
[그림 IV-12] 사례 3 주요 화면 : 주요 용어 안내	118
[그림 IV-13] 사례 3 주요 화면 : 활동 방향 안내 기능	119
[그림 IV-14] 사례 3 주요 화면 : 내용 및 정보 제공	119
[그림 IV-15] 사례 4 주요 화면 : 단계별 접근	120
[그림 IV-16] 사례 4 주요 화면 : 방향성 제공 네비게이션 기능	120
[그림 IV-17] 사례 4 주요 화면 : 실전 훈련 전 연습 기회 제공	121
[그림 IV-18] 사례 4 주요 화면 : 실전 훈련	121

[그림 IV-19] 사례 4 주요 화면 : 디브리핑 결과 제시	121
[그림 IV-20] 사례 5 주요 화면 : 용어 및 지시사항 등 콘텐츠 정보 안내	122
[그림 IV-21] 사례 5 주요 화면 : 단계별 훈련 구분	122
[그림 IV-22] 사례 5 주요 화면 : 상황에 대한 배경 및 맥락 정보 제공 ..	123
[그림 IV-23] 사례 5 주요 화면 : 대안 선택의 기회 제공	123
[그림 IV-24] 사례 5 주요 화면 : 잘못된 선택에 따른 결과 제시	124
[그림 IV-25] 사례 5 주요 화면 : 잘못된 선택에 따른 피드백 제시 ..	124
[그림 IV-26] 사례 5 주요 화면 : 디브리핑 결과 제시	124
[그림 IV-27] 사례 6 주요 화면 : 실제 교실 환경을 반영한 설계	125
[그림 IV-28] 사례 6 주요 화면 : 디브리핑 결과 제시	125
[그림 IV-29] 절차 모형(1차)	137
[그림 IV-30] 일반적 절차 모형(2차)	163
[그림 IV-31] 상세화된 구체적 절차 모형(2차)	164
[그림 IV-32] 일반적 절차 모형(3차)	189
[그림 IV-33] 상세화된 구체적 절차 모형(3차)	190
[그림 IV-34] 일반적 절차 모형(4차)	218
[그림 IV-35] 상세화된 구체적 절차 모형(4차)	219
[그림 IV-36] 교사와 학생의 의사소통에 대한 원인 분석	234
[그림 IV-37] 프로토타입의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 활동 순서도	246
[그림 IV-38] 프로토타입 주요 화면 : 초기 화면	254
[그림 IV-39] 프로토타입 주요 화면 : 주의사항 안내 화면	255
[그림 IV-40] 프로토타입 주요 화면 : 사건 발생의 배경 제시 화면 ..	255
[그림 IV-41] 프로토타입 주요 화면 : 질문 제시 화면	256
[그림 IV-42] 프로토타입 주요 화면 : 주요 활동 안내 및 가상의 손 제시 화면	256
[그림 IV-43] 프로토타입 주요 화면 : 객체 정보 제공 화면	257
[그림 IV-44] 프로토타입 주요 화면 : 활동 방향성 제시 화면	257
[그림 IV-45] 프로토타입 주요 화면 : 대안 선택의 기회 제공 및 활동 수행 안내 화면	258
[그림 IV-46] 프로토타입 주요 화면 : 단서 및 힌트 제공 화면	258

[그림 IV-47] 프로토타입 주요 화면 : 대안 선택에 따른 반응 및 피드백 제공 화면	259
[그림 IV-48] 프로토타입 주요 화면 : 재 선택의 기회 제공 화면	259
[그림 IV-49] 프로토타입 주요 화면 : 활동 진행 상황 안내 화면	260
[그림 IV-50] 프로토타입 주요 화면 : 실전형 훈련 모드 화면	260
[그림 IV-51] 프로토타입 주요 화면 : 디브리핑 및 종합 피드백 제공 화면	261
[그림 IV-52] 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 구성요소	290
[그림 IV-53] 일반적 절차 모형(최종)	320
[그림 IV-54] 상세화된 구체적 절차 모형(최종)	321

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

최근 대학 교육에서 역량 기반 교육 등이 대두되면서 실제에서 요구하는 교육의 필요성과 중요성이 강조되고 있다(임철일, 한형중, 홍지성, 강연석, 2016; Spector, Ifenthaler, Sampson, & Isaias, 2016). 교육 전반에 있어 다양한 혁신적 노력과 시도가 이루어지고 있지만 분명한 것은 현재 교육 변화 방향이 맥락과 실재를 반영한 현실성의 강조라 볼 수 있다. 특히, 대학 및 학교 교육에서 현장 중심의 실무와 실제 문제 해결 중심의 교육, 교육 이론 및 학습 내용의 현장 연계 등이 강조되고 있다(송상호, 이지현, 2016; 전미연, 이지현, 송해덕, 2014; Bake, Peach, & Cathcart, 2017; Sursock, 2015). 예컨대, 영국 리버풀의 John Moores 대학에서는 기존 지식 전달 중심의 대학 교육을 혁신하기 위해 현장에서 해결이 필요한 문제점을 찾아 실제 프로젝트를 수행하는 것을 대학 교육 과정에 포함하고 있다(Gibson & Tavlaridis, 2018). 웹 기반 환경에서는 기존 정보 전달 중심의 이러닝에서 활동 중심의 교육 훈련의 중요성을 반영하여 해당 직무 및 업무에 필요한 지식과 기술을 유용하게 습득할 수 있는 e-Training 형태로 발전하고 있다(박소연, 배교화, 이재운, 김동호, 2013; 임철일, 한형중, 정다은, Yunus Emre, 홍정현, 2017). 하지만 실제 현장과 교육을 접목하기란 현실적으로 쉽지 않아 효과적인 교육적 대응이 필요하다.

교육 맥락에서 현장의 실제성을 보다 효과적으로 반영하기 위한 한 가지 접근으로 시뮬레이션을 고려해 볼 수 있다(임철일, 연은경, 2009; Aggarwal, Black, Hance, Darzi, & Cheshire, 2006; Cant & Cooper, 2010; Seymour, 2008). 시뮬레이션은 현실의 모방 혹은 재생을 통해 설계된 교육 내용과 환경에서 학습자의 실제적 수행을 강조한다. 학습자들은 실제 상황이 반영된 시뮬레이션을 통해 특정 목표를 도달함에 있어

다양한 접근과 수행 활동이 가능하다. 학습에 대한 참여 유도 및 동기 유발, 몰입 향상뿐만 아니라 실제 상황이나 문제에 직면했을 때 해결할 수 있는 판단력과 지식 전이에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 장점을 지니고 있다(이인숙, 권혁준, 2004; 하이경, 고진강, 2012; 허혜경, 노영숙, 2013; Barton, McKellar, & Maharg, 2007).

이상의 특성은 컴퓨터 혹은 웹 기반 학습 환경에서 교육용 시뮬레이션을 통해 구현될 수 있다. 이의 효과적인 활용을 위해서는 학습에 실제로 도움이 되는 방향을 고려하여 설계해야 한다. 교육용 시뮬레이션을 단순히 하나의 도구로서 접근하기보다는 실제 상황과 학습목표 등을 고려한 설계를 통해 효과적인 학습을 도모해야 하는 것이다. 예컨대, 임철일과 연은경(2007)은 절차적 학습목표를 달성하기 위한 교육용 시뮬레이션을 효과적으로 설계하기 위한 아홉 가지의 원리를 도출하고 이에 대한 학습자 반응을 탐색하였다. 결과적으로 절차적 시뮬레이션을 설계함에 있어 실제 사례를 활용하는 측면, 이론적으로 학습한 내용에 대한 연습과 더불어 교육용 시뮬레이션에서의 학습자의 실제적 작동 활동, 그리고 특정 상황에 대해 현실적인 피드백을 제시하는 것이 대표적 강점으로 나타났다. Reigeluth와 Schwartz(1989)는 교육용 시뮬레이션을 보다 효과적으로 설계하기 위해서는 복잡성의 선택, 도입, 획득, 적용, 평가, 통제 단계에 따른 일반적인 설계원리와 지침을 제시하였다. 특히, 복잡성의 선택 단계에서 현실성 있는 기저모델의 반영과 시뮬레이션 상황의 전체적인 인과관계를 규정하는 측면을 강조하고 있다.

현장의 특성을 고려한 교육용 시뮬레이션 설계는 학습 체계에 의해서도 그 중요성을 간접적으로 확인해 볼 수 있다. 교육용 시뮬레이션이 효과성을 나타내기 위해서는 실제 현장에서 학습자가 겪을 수 있는 삶의 경험을 적극적으로 반영해야 한다. 실제 현장에서의 경험을 기반으로 설계된 교육용 시뮬레이션은 기초지식과 통합됨으로써 학습 효과성에 긍정적인 영향을 미치기 때문이다(이선옥, 엄미란, 이주희, 2007; Campbell & Daley, 2012). 현장 실무를 기반으로 구성된 시나리오는 교육용 시뮬레이션이 학습에 효과적으로 영향을 미치는 데 도움을 준다(Alessi, 1988).

하지만 기존 교육용 시뮬레이션은 웹 기반 환경 등에서 그림을 포함한 화면을 2차원적으로 표현하기 때문에 물체, 사건을 현실과 유사하게 구현하지 못하여 사실성이 다소 낮을 수 있다. 다양한 시점에서 사건과 상황에 대한 탐색과 분석적 활동을 수행하는 데 어려움을 지닐 수 있다. 특히, 이러닝을 포함한 웹 기반 학습 환경에서의 교육용 시뮬레이션은 현실에서의 특정 맥락과 상황 속에서 사용자의 역동적인 활동을 효과적으로 구현하는 데 한계를 지닌다. 이는 학습자의 능동적이고 적극적인 참여에 제약이 되며 시뮬레이션에서의 행동, 태도, 감정 등이 마치 자신의 체험과 동일하게 인식하는 것을 어렵게 한다(김혜영, 이희수, 2009; 이준희, 2005). 기존 시뮬레이션에서 제공하는 정보에 대한 인간의 인지 처리(cognitive processor) 및 지각 처리(perceptual processor) 과정은 제공되는 시각 및 청각 정보를 인식한 후 운동 처리(motor processor)가 순차적으로 이루어지지만 실제에서는 보다 동시 다발적으로 나타난다. 교육적 측면에서 효과성을 높이기 위해서는 교육이 이루어지는 학습 환경에서 실제로의 확장이 이루어져야 하지만 기존 교육용 시뮬레이션은 웹 기반 학습 환경에서 실제 환경으로의 확장을 함에 있어 괴리 혹은 간극이 발생하는 한계점을 지닌다.

다양한 정보통신기술이 발전함에 따라 실제성을 보다 반영할 수 있는 첨단 테크놀로지로 가상현실(Virtual Reality)의 중요성이 강조되고 있으며 이에 대한 활용 방안이 모색되고 있다(Cochrane, Cook, Aiello, Christie, Sinfield, Steagall, & Aguayo, 2017; McGrath, Taekman, Dev, Danforth, Mohan, Kman, Crichlow, & Bond, 2018; Merchant, Goetz, Cifuentes, Keeney-Kennicutt, & Davis, 2014). 가상현실은 컴퓨터를 활용하여 3차원의 공간 속에서 상호작용 구현이 가능한 환경 혹은 기술이다. 특히, 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션 활용은 사용자들에게 실제 세계에서 발생 가능한 현실, 경험하기 어려운 특정 맥락 혹은 현상 등을 3차원으로 구현하고 사용자에게 탐구 및 실천의 기회를 제공한다. 예컨대, 범죄수사 혹은 과학수사 기법 중 하나인 디지털 포렌식(digital forensic)의 생체 분석 실험을 구현한 Labster는 사용자가 생체 분석 연

구원의 역할을 수행함으로써 유전자 및 DNA 복제와 조작에 대한 기능과 개념, DNA 분리 기술 등을 학습하면서 사건을 해결하는 활동을 한다(www.labster.com). 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션은 현실세계와 상당히 유사한 학습 환경에서 이루어짐에 따라 가상과 현실의 통합이 이루어질 수 있다. 실제 상황을 보다 현실적으로 구현할 수 있기 때문에 학습자에게 보다 현실감을 부여하는 데 도움을 줄 수 있다. 학습자의 참여를 기반으로 한 유의미한 탐색 활동을 통한 학습이 가능하며 흥미를 유발할 수 있다(Dede, 2009). 또한 다양한 관점에서 모든 환경적인 요소를 고려하므로 몰입을 향상시킬 수 있다. 가상현실은 맥락성을 유지할 수 있는 환경으로 현실의 특정 상황이나 환경이 지니고 있는 성격을 반영하는 정보 및 어포던스를 제공(Klopfer, 2008; Seymour, 2008)하여 학습에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

가상현실 기반 시뮬레이션에 대한 관심 증가와 함께 관련 연구들도 이루어지고 있다. 이는 크게 다음과 같이 세 가지 접근으로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 여러 교과목 계열에서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 적용 가능성이 탐색되고 있다. 주로 대학의 치대, 의대 등 의과계열, 공대 등의 이공계열에서 현실에서 연습하거나 접근하기 어려운 경험을 제공하고 있다(Kaufmann, Schmalstieg, & Wagner, 2000; Merchant et al., 2014). 인문 및 사회 과학 측면에서는 역사 도시 탐구, 박물관 교육, 예비교사 교육 등 시간과 공간의 제약으로 경험하기 어려운 현장 체험을 가능하게 한다(류지현, 유승범, 2016; Lee & Wong, 2008).

둘째, 가상현실 시뮬레이션을 구현하기 위한 기술적 요소에 대한 연구가 이루어지고 있다. 다양한 측면을 보다 현실적으로 반영하여 구현해야 하는 가상현실 시뮬레이션은 기술적 요소들이 통합적으로 적용된다(Dimitropoulos, Manitsaris, & Mavridis, 2008; Li, Yi, Chi, Wang, & Chan, 2018). 대상 및 환경을 보다 입체적으로 표현하기 위한 시각 그래픽을 포함한 디스플레이 기술뿐만 아니라 인간의 감각적 요소를 기반으로 한 센서, 햅틱(Haptics) 기술 등을 포함한 하드웨어 요소에 대한 탐색이 중점적으로 이루어지고 있다(김용완, 박진아, 2010; 황호진, 문두환,

2010; Kim, Wang, Love, Li, & Kang, 2013; Martín-Gutiérrez et al., 2017).

셋째, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 효과에 대한 경험적 연구가 이루어지고 있다. 예컨대, 가상현실을 기반으로 한 교육용 시뮬레이션에서의 반복적 훈련은 더 정확하고 신속하게 과제를 수행하는 데 도움을 준다(Gerson & Van Dam, 2003; Rowe & Cohen, 2002; Seymour, 2008). 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 실제 상황에서 발생할 수 있는 위험에 대비할 수 있으며(McGrath et al., 2018), 즉각적 피드백 제공을 통해 오개념의 수정이 가능하다(Aggarwal, Moorthy, & Darzi, 2004; Cho, Yim, & Paik, 2015; Cooper et al., 2018). 실제적인 맥락이 반영되는 사례를 활용하거나 실제 사건의 시나리오를 개발하여 적용함에 따라 추상적인 내용에서 벗어나 구체적으로 접근이 가능하며 개념을 보다 용이하게 습득할 수 있다(Aggarwal, Black, Hance, Darzi, & Cheshire, 2006; Andersen, Foghsgaard, Konge, Cayé-Thomasen, & Sørensen, 2016).

하지만 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 대한 긍정적 검토와 더불어 이에 대한 우려 또한 제기되고 있다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 활용하여 훈련을 받은 집단이 전통적인 교실에서의 통제집단보다 수행 능력의 전이에 있어 비슷하거나 다소 낮다는 결과가 제기되고 있다(Ahlberg et al., 2002; Holmes, 2007; Schreuder et al., 2014). 학습자의 특성과 더불어 현실에서 발생하는 사건의 주요 내용과 특성을 제대로 반영하지 못한 가상현실 시뮬레이션은 오히려 학습자에게 인지 부담을 야기할 수 있다(Andersen, Mikkelsen, Konge, Cayé-Thomasen, & Sørensen, 2016). 또한, 현실에서 직면할 수 있는 상황과 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 난이도 상이성, 현실과 상이한 화면 구현 등으로 인해 효과성 차이가 발생 가능하다(McGaghie et al., 2010). 그렇다면 어떠한 설계요소를 고려해야 하는가?

Schreuder와 동료들(2014)는 의학 교육에서 로봇 장비를 활용한 수술을 효과적으로 훈련하기 위한 한 가지 방안으로 가상현실 기반 교육용

시뮬레이션을 제시하면서 학습 효과에 있어서 전통적 교수학습 방법과 차이를 나타내기 위해서는 핵심 요소로 실제성을 고려해야 함을 강조하였다. 실제성을 고려하지 않은 경우 현실과 가상 사이에 괴리가 발생하여 잘못된 환상을 야기할 수 있다(Kneebone, 2003).

기존 시뮬레이션과 달리 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션은 사용자에게 3차원 환경에 실제로 존재하고 있다는 가상 실재감을 인식할 수 있도록 설계되어야 한다(Schrader & Bastiaens, 2012). 가상 실재감은 가상현실 기반의 시뮬레이션에서 학습 경험에 직접적으로 영향을 미치는 주요 지표 중 하나로 사용자에게 인지적 활동의 촉진 및 몰두감 향상을 가능하게 한다(McCreery, Schrader, Krach, & Boone, 2013).

효과적인 설계를 위한 또 다른 요소로 상호작용을 고려해 볼 수 있다. 상호작용은 입출력 장비 등의 기술적 요소를 통해 가상과 현실의 유기적 연결을 가능하게 한다(Dalgarno & Lee, 2010; Mikropoulos & Natsis, 2011). 다감각적 요소를 반영할 수 있는 인터페이스는 가상현실 시뮬레이션에서의 상호작용을 향상시키는 데 도움을 줄 수 있다(윤재홍, 허기택, 강임철, 2012). 이상의 기술적 요소 외에 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 아바타를 통한 사용자 간 상호작용은 긍정적인 학습 경험을 유도하고 학습 동기를 부여하는 데 도움을 줄 수 있다(Hew & Cheung, 2010; Kim & Baylor, 2016).

현실성(reality)은 사실성과 실제성을 의미하는 것으로 이는 실제 우리가 살고 있는 현실을 컴퓨터 등의 테크놀로지를 통하여 마치 실제 사건 혹은 공간과 동일한 것을 반영하는 수준으로, 물리적 및 인지적 측면을 모두 포함한다(Shapiro & Chock, 2003; Shapiro & Kim, 2012). 물리적 측면에서의 현실성은 현실에서 접하게 되는 특정 사물이나 환경의 형태, 표면, 색채, 상태뿐만 아니라 상황적인 요소를 포함한다고 볼 수 있다. 깊이감과 공간적 입체감을 고려한 가상현실 시뮬레이션의 구현은 사실성에 영향을 미치기 때문이다(Farahani, Post, Duboy, Ahmed, Kolowitz, Krinchai, Monaco, Fine, Hartman, & Pantanowitz, 2016). 현실에서 접근 혹은 경험하기 어려운 사건을 구체적 활동을 통해 경험하기 위해서는

실제와 동일한 물리적 표상이 이루어져야 하며 사건의 흐름에 따른 상황적 변화가 이루어져야 한다. 또한 물리적 측면에서의 충실도(fidelity) 반영, 여러 학습자들의 협력 혹은 동시적 접근을 반영하는 것을 고려해 볼 필요가 있다. 가상현실은 실재를 표상하기 때문에 그릇되게 구현되면 현실 왜곡의 문제점이 나타날 수 있는 가능성을 지닌다.

인지적 측면에서 학습 혹은 경험에 의한 친숙성과 특정 상황에서 느끼는 정신적인 수준으로 정신 모델(mental modeling) 등을 고려한 접근이 이루어져야 한다. 현존하는 세계에서의 일종의 정신 과정이 가상현실 기반의 시뮬레이션에도 반영되어야 한다(Shapiro & Kim, 2012). 가상현실의 환경을 고려해 볼 때, ‘현실세계에서 적용하는 정신 과정이 가상현실에서 반영되고 있는가?’를 염두해 두어야 한다. 예컨대, 현실에서 개인이 특정 장소에서 다른 장소로 보다 신속하게 움직이기 위해 머릿속으로 몇 가지 경로를 생각하고 최적의 방안을 선정하여 이를 수행하게 되는데 가상현실에서도 이상의 사고 과정이 동일하게 고려될 수 있는지를 반영해야 한다고 볼 수 있다. 기존 시뮬레이션과 상이하게 가상현실 기반 시뮬레이션은 아날로그와 디지털을 모두 활용함에 따라 두 환경에서의 경계가 없도록 설계되어야 한다. 이상의 설계 요소들도 효과적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하는 데 도움을 줄 수 있지만 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 지닌 복잡성을 고려하여 볼 때, 보다 최적화된 설계가 이루어지기 위해서는 총체적으로 탐색해 볼 필요가 있다.

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 교육 맥락에서 비교적 최근에 적용되고 있는 현 상황에서 보다 효과적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 개발함에 있어 고려해야 하는 설계 요소들이 종합적으로 제시되고 있지는 못하다. 실제성을 반영 가능한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 학습 효과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 가능성에도 불구하고 이를 효과적으로 설계하기 위한 구체적인 처방을 안내하는 연구는 미비하다(Cook et al., 2013; McGrath et al., 2018). 현재의 가상현실 시뮬레이션을 구현하는 기술은 그래픽, 햅틱 기술 등을 포함하여 다양한 발전이

이루어져 다소 정확하게 나타낼 수 있음에도 불구하고 여전히 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 어떻게 설계해야 하는지를 체계적인 관점에서 종합적으로 제시하는 연구가 부족한 상황이다(Lindgren, Moshell, & Hughes, 2014). 가상현실 등 새로운 테크놀로지나 매체를 교육적 맥락에 효과적으로 활용하기 위한 개척 연구가 필요하다(나일주, 2016). 실제 설계자뿐만 아니라 미래 교육에 대응하기 위해서는 교수설계자가 가상현실과 같은 새로운 테크놀로지를 활용하여 보다 실제적인 학습 기회를 제공할 수 있도록 교육용 시뮬레이션 등을 포함한 콘텐츠를 효과적으로 설계하고 활용할 수 있는 역량을 지녀야 한다(이지현, 박은아, 송해덕, 2014). 궁극적으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 어떻게 설계하면 교육 및 학습에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을지에 대한 고려를 해야 한다.

따라서 본 연구는 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 설계함에 있어 구체적인 지침을 제공할 수 있도록 설계원리와 이를 효과적으로 안내하기 위한 절차 모형을 개발하고자 하였다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 대한 긍정적 가능성이 제기되고 있지만 교육공학적 접근을 통해 어떻게 이를 설계할 것인지에 대한 설계원리와 모형은 초기 수준이라 볼 수 있기 때문이다(Chen & Teh, 2013; Dawley & Dede, 2014; Hale & Stanney, 2016). 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션의 최적화된 설계가 이루어지기 위해서는 복잡 다양한 설계 요소들을 종합하고 이에 대한 실제 구현을 통해 도출된 원리와 모형에 대한 사용자의 반응을 확인하고 이를 정교화할 필요가 있다. 본 연구는 새로운 테크놀로지로서 가상현실을 활용하여 효과적인 교육용 시뮬레이션을 설계하고자 하는 설계자뿐만 아니라 교수설계자에게 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하기 위한 이해와 구체적인 안내를 제공하고자 하였다.

2. 연구 문제

본 연구의 구체적인 문제는 다음과 같다.

1. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리와 모형은 어떻게 구성되는가?
 - 1-1. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 및 지침은 무엇인가?
 - 1-2. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형은 무엇인가?
2. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리와 모형은 타당한가?
 - 2-1. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리와 모형의 내적 타당성은 어떠한가?
 - 2-2. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리와 모형을 반영한 프로토타입이 학습에 어떠한 영향을 주는가?

3. 연구의 의의

본 연구는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 효과적으로 설계하기 위한 원리와 모형을 개발하고 이를 타당화하는 목적을 지닌다. 실제 현장에서의 설계자는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위한 핵심 구성 요소와 원리를 고려한 접근이 이루어져야 한다. 이를 안내하는 모형은 설계자에게 최적화된 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하는 처방을 제공하며, 궁극적으로 교육적 요소의 의미를 이해하는 데 있어서 도움을 줄 수 있을 것이다. 본 연구는 크게 다음과 같은 측면에서 이론적 및 실천적 의미를 지닌다.

첫째, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 효과적으로 설계하기 위한 안내적 역할로서 의의를 지닌다. 최근 가상 환경을 포함한 가상현실이 상호작용, 실재감 등으로 학습에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 확인해 볼 수 있다(Cho, Yim, & Paik, 2015). 또한 학업 성취도, 훈련 및 기술 향상 등의 인지적 영역뿐만 아니라 정의적 영역에서의 가상현실 활용 가능성이 모색되고 있다(Merchant et al., 2012; Reisoglu et al., 2017). 하지만 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 하나의 콘텐츠로서 학습에 긍정적인 영향을 미치기 위해 이를 어떻게 설계할 것인지에 대해 종합한 연구는 미흡하다. 본 연구는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 효과적으로 설계하기 위해 어떠한 원리를 고려해야 하며 이를 설계하기 위한 절차를 총체적으로 분석 및 종합하는 목적을 지닌다. 무엇을 그리고 어떻게 고려하고 안내해야 하는지를 종합하여 제시한다는 점에서 의미를 지닌다.

둘째, 새로운 디지털 테크놀로지 기반의 콘텐츠 설계에 대한 연구 영역 확장에 기여 가능하다. 기존 웹 기반 환경에서의 콘텐츠는 해당 정보를 2차원적으로 제시하며 대다수 사용자에게 정보 전달을 중점적으로 고려하여(임철일 외, 2017), 수동적 학습이 이루어질 가능성이 높으며 현실적이지 못한 문제가 발생 가능하다. 또한, 기존 시뮬레이션의 경우 사용자의 참여가 이루어지지만 역동적인 활동에서의 한계를 지닌다. 보다 다

양한 참여와 활동이 가능한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 효과적 설계는 이상의 한계점을 보완하여 유의미한 학습이 이루어질 수 있다 (Diemer et al., 2015; Peperkorn et al., 2015). 미래 교육 환경에서 보다 다양하게 활용될 새로운 테크놀로지로서 가상현실 등을 활용한 개척 연구가 필요한 현 시점에서(나일주, 2016), 본 연구를 통해 도출된 결과들은 기존 이러닝 혹은 웹 기반 학습 환경에서의 교육용 시뮬레이션 한계점을 보완하여 디지털 시대에서의 학습을 위한 콘텐츠 개발에 도움을 줄 수 있다(조은순, 2016). 또한, 향후 미래사회에서 교수설계자는 가상현실 등과 같은 새로운 테크놀로지를 활용하여 효과적인 교육 콘텐츠를 어떻게 설계해야 하는지에 대한 역량을 지녀야 한다(이지현, 박은아, 송해덕, 2014). 본 연구에서 도출되는 가상현실 기반 시뮬레이션 설계 절차 모형은 향후 교수설계자가 가상현실 기반의 시뮬레이션 콘텐츠를 교육적 맥락에서 효과적으로 기획, 설계 및 활용할 수 있는 능력을 향상시켜주는 데 도움을 줄 수 있다. 요컨대, 교육공학의 연구 분야의 지평을 확대하고 미래 사회를 대응하기 위한 설계자의 역량 향상에 도움을 줄 수 있다는 점에서 의의를 지닌다.

셋째, 효과적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하기 위한 여러 요소와 원리를 종합하고 실제적 구현과 적용을 통해 최적화된 설계 원리 및 모형을 도출한다는 점에서 의의를 지닌다. 교수설계는 다양한 영역에서 효과적인 교육 및 훈련이 이루어지기 위한 최적화된 설계와 개발을 목적으로 한다(임철일, 2012). 특히, 본 연구에서 다루고자 하는 가상현실 등과 같은 테크놀로지를 기반으로 한 콘텐츠는 대학의 인문사회 계열, 공학교육뿐만 아니라 의학교육 맥락 등에서 활용 탐색이 이루어지고 있다. 하지만 다양하고 복잡한 요소로 인해 실제 설계함에 있어 어려움을 지니며 이에 따라 현재 가상현실 기반 교육용 콘텐츠가 다소 부족한 상황이다. 본 연구를 통해 도출되는 설계원리와 모형은 콘텐츠 개발이 어려운 문제 해결에 도움을 줄 수 있으며 교육적 효과성 향상을 위해 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 어떻게 설계해야 할 것인지를 종합적으로 탐색해 보고 실천적으로 적용해보는 경험적 연구로 의미를 지닌

다.

넷째, 학교 교육 및 대학 교육의 실제 영역에서 본 연구는 학습의 경험 확장을 가능하게 한다. 실제 교육 현장에서는 위험성을 지녀 교육적 접근이나 학습 경험이 이루어지지 못하는 한계가 있다. 실제의 직접적인 경험을 할 수 있는 기회도 매우 드물다. 예컨대, 의과대학이나 치과대학 등의 의학과열에서 향후 학습자들이 의사로서 역할을 수행함에 있어 환자와 어떻게 의사소통을 해야 하는지, 수술 장비를 어떻게 다루어야 하는지 등을 실제로 훈련하기 어렵다. 하지만 해당 분야의 전문성을 지니기 위해서는 질적 수준을 지닌 다양한 체험과 경험이 이루어져야 한다. 본 연구를 통해 도출된 설계원리와 모형을 기반으로 개발된 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 위와 같이 교육이나 학습이 필요하지만 현재까지 접근하기 매우 어렵거나 가능하지 않았던 학습 경험의 확장을 가능하게 한다는 점에서 의미를 지닌다.

4. 용어의 정의

가. 가상현실

가상현실(virtual reality)은 컴퓨터 등의 테크놀로지를 기반으로 구축된 가상공간이 실제 환경을 완전히 대체하여 사용자를 몰입하게 하는 기술 혹은 환경을 의미한다(McGrath et al., 2018; Merchant et al., 2014). 가상현실은 인간-컴퓨터 인터페이스를 기반으로 인간의 작동과 조작이 컴퓨터와 연결되어 상호작용이 가능한 특성을 지니며 기존 온라인 및 이더닝에서의 단편적인 화면 제시의 한계성을 벗어나 실제 환경을 고려하여 360도 전 방향, 높은 수준의 사실성을 지닌 3차원 그래픽과 이미지 등을 포함한다(Dimitropoulos, Manitsaris, & Mavridis, 2008; Li et al., 2018).

나. 교육용 시뮬레이션

교육용 시뮬레이션(educational simulation)은 실재를 모방하여 실제와 유사한 상황을 컴퓨터 혹은 웹으로 프로그램화한 것을 의미하며 학습자가 이를 조작하여 특정 상황이나 맥락에서 요구되는 구체적인 목표를 달성하는 것을 목적으로 한다(임철일, 2012; 임철일, 연은경, 2009; De Jong, 1991). 학습자는 상황과 맥락을 포함한 시나리오 등이 반영된 교육용 시뮬레이션에서 자신이 생각한 가설을 직접 수행하여 문제 해결 등 다양한 학습 목표를 달성할 수 있다.

다. 가상 실재감

실재감(presence)은 구현되는 환경, 인식되는 지각에 따라 원격 실재

감(tele presence), 사회 실재감(social presence) 등 다양한 접근이 가능하지만 일반적으로 실재감은 사용자가 어딘가에 존재하고 있다는 것을 지각한 상태를 의미한다(Cho, Yim, & Paik, 2015; Schrader & Bastiaens, 2012). 가상 실재감(virtual presence)은 사용자가 가상현실 환경에서 마치 실제와 동일하게 지각하고 있는 상태 수준을 의미한다. 이는 크게 사용자의 주변을 둘러싼 환경 등 공간적 요소의 실재를 지각하는 공간적 실재감(spatial presence), 현실과 가상을 비교하였을 때, 가상현실에서의 여러 요소들이 실제와 어느 정도 수준으로 동일하게 인식하는지에 대한 사실성(realness), 가상현실에서 구현된 상황이나 사건, 활동에 집중하게 되는 상태로서 몰입성(immersiveness)이 포함된다(류지현, 유승범, 2016; Schubert, Friedmann, & Regenbrecht, 2001).

라. 실제성

실제성(authenticity)은 일반적으로 인위적이지 않은 것을 의미하며 현실 세계와의 밀접한 연관성을 지닌 맥락성을 포함한다. 탈맥락적인 지식은 실제성이 결여되는 것으로 볼 수 있다(강인애, 1997; Duffy & Jonassen, 1992; Hung, Lee, & Lim, 2012). 또한, 현실에서 발생 가능한 사건이나 상황에서의 핵심적인 요소를 포함한다(Cho, Caleon, & Kapur, 2015). 학습에 있어서 실제성은 실제와의 연관성과 활용을 포함한다. 현실에서 발생 가능한 문제 상황을 고려한 학습은 획득한 지식과 경험이 실제 상황에서 적용되는 학습 전이를 유발할 수 있으며 궁극적으로 보다 유의미한 학습이 이루어질 수 있다.

마. 현실성

현실성은 컴퓨터 등의 테크놀로지를 통하여 구현된 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 우리가 살고 있는 현실을 마치 실제 사건 혹은 공

간과 동일한 것을 반영하는 수준을 의미한다(Shapiro & Chock, 2003). 이는 현실에서 접하게 되는 특정 사물이나 환경의 형태, 표면, 색채, 상태뿐만 아니라 시나리오가 반영된 상황적 정보를 포함하는 물리적 측면과 현실에서 적용되는 정신 과정이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에도 반영되는지에 대한 정신 모형(mental modeling)에 해당되는 인지적 측면을 포함한다(Shapiro & Kim, 2012).

II. 선행문헌 고찰

1. 교육에서의 시뮬레이션

가. 시뮬레이션 개념 및 특성

시뮬레이션은 어원인 ‘simulate’로 알 수 있듯이 현실세계나 상황을 모방하여 표상하는 것으로 볼 수 있다. 이는 실제 세계에서의 복잡한 과정 혹은 특정한 현상을 나타내거나 실재가 되는 대상을 형상화하는 특성을 지닌다(Gredler, 1992). 시뮬레이션은 초기 군 훈련 및 항공 분야에서의 조종 훈련에서 사용되기 시작하였다. 특히, 항공분야에서는 다양한 비행 상황을 설정하여 이를 훈련하게 함으로써 조종사의 운항 기술 향상에 도움을 제공하였다. 교육적 맥락에서 시뮬레이션은 컴퓨터 혹은 웹 기반 학습 환경에서 활용되는 하나의 도구 혹은 방법으로 활용되며 실제와 유사한 상황을 프로그램화하여 학습자에게 제시함으로써 학습자가 이를 조작하여 구체적인 목표를 달성하는 목적을 지닌다(손미, 1996; 임철일, 연은경, 2009).

일반적으로 시뮬레이션 기반 학습은 세 가지 주요 특징을 지닌다. 첫째, 교육적 맥락에서 시뮬레이션을 활용하는 경우 특정 상황에서의 구체적인 시나리오를 반영한다(이애영, 2014; 임철일, 2012; Scavone et al., 2010). 시뮬레이션에서의 주제나 문제는 비교적 해결책이 쉽게 도출되는 교과서적인 문제이기 보다는 특정한 맥락을 포함하는 성격을 지닌다. 둘째, 시뮬레이션에서 학습자는 보다 능동적이고 적극적으로 참여하는 주체자로서 역할을 수행한다(임철일, 연은경, 2009; Reigulth & Schwartz, 1989). 학습자는 시뮬레이션에서 제시된 주제나 상황을 해결하기 위해 실행 및 조작할 수 있기 때문이다. 주어진 상황에 대한 학습자의 의견 반영 및 선택 등으로 인해 다양한 결과가 수반될 수 있다. 셋째, 실제적

인 경험이 이루어진다(Carter et al., 2009; Gredler, 1994; Sullivan et al., 2009). 시뮬레이션은 실제와 상당히 유사한 상황에서 이를 학습하기 때문에 전문적인 수준을 포함하여 다양한 측면에서 실제적인 기능을 경험할 수 있다. 실제적·맥락적 학습은 시뮬레이션의 가장 주요한 특징으로 시뮬레이션상에서 실제적이고 맥락화된 학습을 통해 학습자들은 실제 세계의 역할과 유사한 일을 수행할 수 있다. 특히 교육적 맥락에서 시뮬레이션은 문제 상황에 대한 통찰력 및 이해력 향상, 능동적인 학습자의 참여를 통한 동기 유발, 실제 상황과 유사한 상황이 반영됨으로써 학습 전이도 향상이 나타날 수 있으며 실제로 이를 수행할 시 위험하거나 비용이 다소 많이 들 수 있는 제한점을 극복할 수 있는 점에서 이점을 지닌다고 볼 수 있다(Alessi & Trollip, 1991; Reigulth & Schwartz, 1989).

시뮬레이션을 구성하고 있는 핵심 요소로는 크게 다음을 고려해 볼 수 있다(Gredler, 2004). 첫째, 시뮬레이션은 사실을 기반으로 현실에서의 데이터를 활용한다. 시뮬레이션에서 사용자에게 주어지는 상황은 실제 현실에서 발생 가능한 상황을 고려한 모의성을 지니며 이를 통해 현실에서 요구하는 지식과 기술 습득이 이루어진다. 둘째, 사용자의 주도성과 능동성을 지님에 따라 사용자는 이상의 상황에서 문제를 해결하는 역할을 수행한다. 사용자는 시뮬레이션에서 구현된 상황에서 현실에서 발생 가능한 문제, 위협, 이슈 등을 해결하면서 스스로 문제 해결에 대한 전략을 구성하는 등 역할에 대한 책임을 지니며 능동적으로 수행하며 이에 따른 피드백을 제공받게 된다. 셋째, 열린 구조성을 지닌다. 시뮬레이션에서의 시나리오는 실제성을 반영함과 동시에 사용자가 발생 가능한 대안에 대한 의사결정 과정을 통해 이루어진 선택에 따라 시나리오의 방향이 여러 가지로 전개될 수 있다. 즉, 고정된 결말이나 상황이라기 보다는 사용자의 선택과 행동에 따라 지속적으로 상황 변화가 이루어질 수 있는 열린 구조를 지닌다. 예컨대, 의학교육에서 응급 환자 대처에 대한 시뮬레이션을 활용하는 경우 사용자가 어떠한 행동을 수행하느냐에 따라 환자는 급성 질환을 치료할 수 있을수도 있으며 반대의 결과가 나타날 수도 있다. 이상의 시뮬레이션을 통해 사용자는 현실을 고려한 상황에서

여러 대안 중 최적의 문제 해결이나 목적 달성을 위해 스스로 전략 구성 및 의사결정 과정을 수행하는 일련의 과정이 이루어지는 활동을 수행한다(Sitzmann, 2011).

시뮬레이션을 기반으로 한 오프라인 환경에서의 학습 과정은 학자들마다 다양하게 논의되고 있다. 그 중 Burgess(1969)는 시뮬레이션이 어떻게 학습 혹은 훈련에 적용되어 운영될 수 있는지에 대해 크게 사전 단계, 참가자 훈련, 사전 연습, 실제 운영, 참가자 보고, 사후 단계 총 여섯 가지 단계를 제시하였다. 각 단계별 주요 내용을 정리하면 아래와 같다.

<표 II-1> 시뮬레이션 운영 단계별 주요 내용(Burgess, 1969)

단계	주요 내용
사전 단계	시뮬레이션 목적, 학습 주제, 운영 기간, 운영 계획 결정
참가자 훈련	개념과 용어 이해, 시뮬레이션 역할 이해, 규칙 및 과정 안내 등
사전 연습	실제 운영 전 독립적으로 시뮬레이션에 대한 적응 활동 수행
실제 운영	계획 및 시간 운영의 적절성을 고려하여 실제로 운영 실시
참가자 보고	사용자의 생각 및 의견 논의, 시뮬레이션을 통한 과제 해결 전반에 대한 비판 및 평가 등
사후 단계	시뮬레이션 과제 및 문제 해결 등 정리, 시뮬레이션 학습에 대한 반성적 고찰

Joyce, Weil와 Calhoun(2004)는 이상의 단계들이 학습 혹은 훈련에 활용됨에 있어 다소 세부적으로 구분되고 있는 문제점을 고려하여 보다 실제적으로 학습 과정에 적용될 수 있도록 크게 오리엔테이션, 참가자 훈련, 시뮬레이션 조작, 추후 활동 네 가지 단계로 구분하였다.

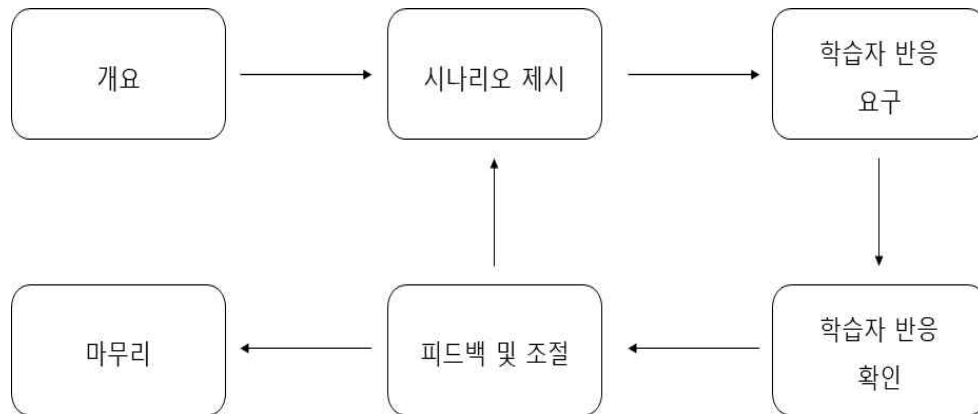
<표 II-2> 시뮬레이션 학습 과정(Joyce, Weil & Calhoun, 2004)

단계	오리엔테이션	참가자 훈련	시뮬레이션 조작	추후 활동
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 안내 및 설명 ■ 시뮬레이션 기반 활동 개요 설명 ■ 시뮬레이션 활동 관련 개념 제시 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 활용 상 유의 사항 안내 ■ 시나리오 최종 설정(규칙, 역할, 의사결정 등) ■ 연습 시간 부여를 통한 훈련 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 활동 수행 ■ 피드백 제시 (오 개념 수정 등) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 사건 요약 ■ 시뮬레이션 활동의 어려운 점 및 학습 과정 성찰 ■ 시뮬레이션 활동과 실제 상황 비교 ■ 시뮬레이션 활동과 학습 내용 연계

도입 단계에 해당되는 오리엔테이션에서는 학습자에게 시뮬레이션에 대한 안내와 더불어 시뮬레이션 기반 활동에 대한 개요를 설명이 이루어진다. 참가자 훈련 단계는 학습자들이 실제 시뮬레이션을 조작하기에 앞서 사용상의 유의사항에 대한 안내뿐만 아니라 규칙, 역할, 의사결정 등을 포함한 시나리오의 최종 설정과 이 후 간단한 연습을 통해 사용상의 적응이 이루어져야 한다. 시뮬레이션 조작 단계에서는 학습자가 직접 시뮬레이션을 조작하는 활동을 수행이 이루어지며 수행과 의사결정에 따른 피드백이 주어진다. 마지막 추후 활동 단계에서는 이상의 시뮬레이션 조작을 통해 직면한 문제 해결 혹은 학습 과정에서의 사건 등을 요약하고 해결이 어려운 점, 학습 과정 전반에 대한 반성적 고찰뿐만 아니라 시뮬레이션 활동과 실제 삶과의 비교, 시뮬레이션 활동과 학습 내용과의 연계 등이 활동이 이루어진다. 이상의 시뮬레이션 학습 과정을 통해 학습자는 경험, 확인, 일반화를 통해 다양한 지식 및 기술 습득이 가능하며 사고 능력 향상, 태도 발달, 학습 활동에서의 동기 부여 등이 가능하다.

특히, Alessi와 Trollip(1985)는 컴퓨터 환경에서의 효과적인 시뮬레이

션 콘텐츠가 지녀야 할 구조와 진행 절차를 종합하였다. 이는 크게 여섯 단계로 이루어지며 시뮬레이션이 지닌 다양한 대안 선택과 의사결정이 이루어지는 구조로 인해 다소 순환적 성격을 지닌다.



[그림 II-1] 컴퓨터 환경에서의 시뮬레이션 구조와 절차(Alessi & Trollip, 1985)

개요 단계에서는 학습을 통해 도달 가능한 구체적인 학습 목표를 명확하게 제시하고 시뮬레이션 활동에 대한 지시사항을 안내한다. 시나리오 제시 단계는 시뮬레이션이 이루어지는 구체적인 내용이 시나리오 형태로 구현됨에 따라 중요성을 지닌다. 시나리오에서 학습자의 선택에 따라 여러 상황이 나타날 수 있는 것이다. 시나리오가 웹 기반 환경에서 제시되는 형태는 크게 네 가지로 여러 항목을 나열하여 학습자가 하나의 문항을 선택하는 선택형, 학습자가 특정 대상 등을 조작할 수 있도록 이를 그림으로 나타내는 조작형, 학습자가 반응할 수 있는 상황을 제시하는 상황 제시형, 주어진 상황에서 학습자가 구체적인 조사를 수행할 수 있는 체제형으로 제시 가능하다. 특히, 시뮬레이션은 현실 상황을 모의 상황으로 구현한 만큼 내용을 시나리오 형태로 제시함에 있어 충실도(fidelity)를 반영해야 한다. 시나리오 제시 후 학습자 반응 요구와 확인 단계에서는 학습자가 컴퓨터의 키보드, 마우스, 마이크, 조이스틱 등의 입력 장비를 활용하여 어떠한 반응을 하는지 확인한다. 이 후 피드백과 조절에서 학습자 반응에 적합한 자연적 피드백, 즉각적 혹은 지연된 피

드백 제공이 이루어진다. 학습자의 반응에 따른 피드백과 조절을 통해 추가적인 시나리오를 제시하는 경우가 발생하거나 학습이 마무리되는 경우도 나타날 수 있다.

이상의 시뮬레이션과 교육 환경에서 사용되는 유사한 개념으로는 게임(game) 혹은 기능성 게임(serious game)을 고려해 볼 수 있다. 시뮬레이션과 게임은 모두 실제 과정 혹은 환경을 모방하여 설계된다는 점과 사용자가 생각한 가설을 테스트하고 문제를 해결할 수 있는 기회를 제공한다는 점에서 공통점을 지닌다. 하지만 게임 혹은 기능성 게임은 사용자 행동에 대한 성취 수준, 보상을 포함해야 하며, 다른 사용자와의 경쟁 요소가 필수적으로 반영되는 점에서 차이를 나타낸다(Merchant et al., 2014; Young et al., 2012)

나. 시뮬레이션 유형

일반적으로 교육적 맥락에서의 시뮬레이션은 학습 목표에 따른 학습 과제 구분 방식, 문제의 성격, 시뮬레이션이 발생하는 환경에 따라 구분할 수 있다. 이를 정리하면 다음과 같다.

<표 II-3> 시뮬레이션 유형 구분

학습 목표		문제의 성격		발생 환경
Alessi & Trollip (1985, 1991)	Reigeluth & Schwartz (1989)	de Jong & Joolingen (1996)	Gredler (1994)	Linser & Naidu (2000)
과정적 시뮬레이션	과정적 시뮬레이션	개념적 모형		■ 전통적 시뮬레이션
상황적 시뮬레이션	인과적 시뮬레이션		■ 전술·결정 시뮬레이션	■ 컴퓨터 시뮬레이션
절차적 시뮬레이션	절차적 시뮬레이션	작동적 모형	■ 사회·과정 시뮬레이션	■ 웹기반 시뮬레이션
물리적 시뮬레이션				

Alessi와 Trollip(1985, 1991)은 시뮬레이션 유형을 크게 네 가지로 구분하였다. 먼저, 과정 시뮬레이션은 여러 변인을 결정한 상황에서 학습자들은 시뮬레이션상에서 직접적으로 조작하는 단계 혹은 과정 없이 이를 관찰하는 것에 초점을 둔 것이라 볼 수 있다. 예컨대, 학습자가 물이 순환되는 과정을 관찰하거나 화산이 분출되는 과정을 봄으로써 어떠한 과정으로 발생했는지를 학습하는 것으로 볼 수 있다. 상황적 시뮬레이션은 태도 혹은 행위에 관련된 것으로 특정 문제 상황을 해결하기 위해 학습자들이 역할 연기 등을 통해 다양한 전략을 탐색하거나 역할 경험을 추구한다. 절차적 시뮬레이션은 특정 절차 혹은 의사결정 순서 등을 강조하며 학습자는 각 절차에서 필요한 지식과 기술을 학습한다. 또한 문제 상황에서 특정 작업절차를 선택하면 컴퓨터가 이에 대한 결과 및 피드백을 제공하는 특징을 지닌다. 물리적 시뮬레이션에서는 컴퓨터 화면 등에 물리적 대상을 제시하고 이를 학습자가 조작하는 방법을 학습하게 하는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

Reigeluth와 Schwartz(1989)는 크게 과정, 상황, 절차, 물리적 시뮬레이션으로 구분하였다. 과정 시뮬레이션은 학습자들이 실제 조작 등의 수행 없이 일련의 계열성을 갖는 자연 발생적 현상에 대한 시뮬레이션이며, 인과관계 시뮬레이션은 두 개 이상의 변수간 인과 관계를 강조하는 시뮬레이션을 말한다. 특히 이들은 물리적 시뮬레이션과 절차 시뮬레이션을 통합하여 절차적 시뮬레이션으로 제시하였는데 이는 학습자들에게 특정 수행 과정 혹은 의사결정에서의 절차를 학습시키는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 학습 목표에 따른 시뮬레이션 유형을 구분한 de Jong과 Joolingen(1996)은 보다 포괄적으로 개념적 모형과 작동적 모형으로 구분하였다. 개념적 모형은 원리, 개념, 사실 등을 중심으로 하는 반면 작동적 모형의 경우 절차의 수행을 강조하는 특성을 지닌다.

문제의 성격을 기준으로 시뮬레이션을 구분하면 크게 기술·결정적 시뮬레이션과 사회·과정적 시뮬레이션으로 구분하여 볼 수 있다(Gredler, 1994). 이는 수행을 유발하는 특정 사건 혹은 문제 상황에서의 학습자의 역할을 중요시하였다고 볼 수 있다. 기술·결정적 시뮬레이션에서의 문제는 복잡하게 전개되는 문제 혹은 위기 시나리오를 활용하여 논리적인 결론에 도달하는 성격을 지닌다. 여기서 참여자는 주로 자료 해석 및 관리의 역할을 수행하게 된다. 반면 사회·과정적 시뮬레이션은 특정 사회적 목표를 달성하기 위해 집단 구성원 간 상호작용이 이루어지는 것으로 다양한 사회적 의사소통이 이루어진다고 볼 수 있다.

다음으로 시뮬레이션이 활용되는 환경을 기준으로 구분하면 크게 전통적 시뮬레이션, 컴퓨터 기반 시뮬레이션, 웹 기반 시뮬레이션으로 구분하여 볼 수 있다(Linser & Naidu, 2000). 전통적 시뮬레이션은 참여하는 모든 사람들이 동일한 시간에 물리적인 장소에서 특정 상황을 연출하여 이루어지는 것을 의미한다. 컴퓨터 기반 시뮬레이션의 경우 컴퓨터와 학습자가 일대일 형태로 이루어지는 형태이며, 웹 기반 시뮬레이션은 네트워크로 연결된 학습자들이 서로 상호작용하여 시뮬레이션 상황에서 역할을 수행해 나가는 형태라 볼 수 있다. 더 나아가 최근에는 네트워크 및 멀티미디어 기술의 발달로 인해 가상의 상황을 보다 현실적으로 반영 및

나타내는 가상현실 등이 활용되고 있다(Gutierrez et al., 2007; Merchant et al., 2014). 가상현실에서의 시뮬레이션 활용은 사용자들에게 실제 세계에서 발생 가능한 현실, 경험하기 어려운 특정 맥락 혹은 현상 등을 3차원으로 제공하고 이에 따른 탐구 및 실천의 기회를 제공할 수 있기 때문이다.

이상의 일반적인 시뮬레이션 유형과 더불어 이러닝에서의 교수학습 혹은 모형, 학습 활동의 성격과 특성에 따라 시뮬레이션은 한 가지 유형으로 고려되고 있다. Horton(2011)은 이러닝에서의 학습 활동에 중요성을 고려하여 크게 습득형, 수행형, 연결형으로 구분한다. 주로 듣고 보는 수동적 활동을 통해 최신의 정보를 습득하게 되는 습득형 이러닝과 달리 수행형은 학습자가 특정 행동을 수행하는 것을 강조한다. 주어진 문제를 해결하기 위해 학습자는 적극적으로 정보를 탐색, 분석, 해석, 통합, 조직 등의 활동을 수행하여 보다 능동적으로 학습을 한다. 수행형 활동의 특성과 유사하지만 보다 학습 내용을 일상 생활에서의 연계성을 강조하는 연결형 활동은 학습한 지식과 기술을 실 생활이나 삶에 연결하여 고차적 지식 및 기술 습득을 지향한다. 시뮬레이션은 이상의 유형 중 수행형의 특성을 지님과 동시에 연결형의 목적을 지향한다고 볼 수 있다.

김희배, 박인우, 임병노(2005)는 이러닝 콘텐츠를 정보의 유형, 교수모형 혹은 교수전략, 서비스 특성에 따라 세 가지 영역으로 이러닝 유형을 구분하였다. 그 중 교수모형 혹은 교수전략에 따른 접근에서 이러닝은 개인교수, 토론학습, 시뮬레이션, 교육용 게임, 반복연습, 스토리텔링, 자원기반학습, 문제중심학습, 탐구학습, 목표기반시나리오, 사례기반 추론 총 11가지의 세부 유형을 제안하였다. 그 중, 시뮬레이션은 실제와 유사한 상황을 구현하여 학습자가 특정 상황에 적응하도록 설계한 것으로 종합적인 시청각 요소가 반영된다. 학습자들은 시뮬레이션을 통해 간접 경험이 이루어질 수 있으며 이를 통해 개념, 원리, 절차 등을 학습 가능하다.

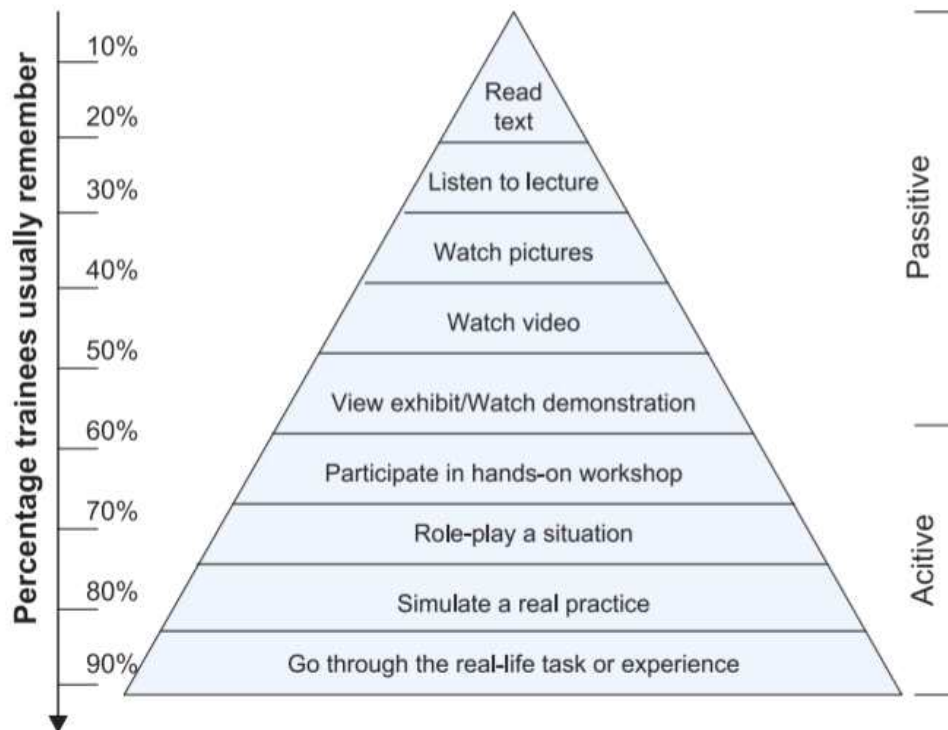
박성익, 임철일, 이재경, 최정임(2015)은 활용 기술에 따른 유형, 면대면 학습 활동 여부에 따른 유형, 교수-학습 방법에 의한 유형으로 제시

하고 있다. 특히 교수학습 방법에 따라 이러닝은 개인교수, 반복연습, 시뮬레이션, 교육용게임, 자료제시, 문제해결로 세분화될 수 있으며 그 중 시뮬레이션은 현실을 보다 적극적으로 반영하여 구체적인 시나리오를 기반으로 실제 생활에서 발생 가능한 문제를 모의로 구성하여 학습자가 적극적인 활동을 수행하는 것을 강조한다. 이상의 시뮬레이션을 포함한 여러 교수학습 방법과 이러닝 등의 콘텐츠는 화면 구성을 포함하여 이를 어떻게 설계하느냐에 따라 학습자 만족도, 성취도 등의 영향을 미치므로 핵심 요소로서 교수설계를 고려하여 효과적인 설계 및 개발이 이루어져야 한다(나일주, 김세리, 2006; 유병민, 박성열, 임정훈, 2006; 이종연, 2004; 임철일, 2012).

다. 시뮬레이션의 교육적 효과

시뮬레이션은 국내·외 K-12 및 고등교육 분야에서 다양하게 적용되고 있다. 특히 고등교육 분야에서 의과대학, 간호대학 등 보다 실제적인 지식을 강조하는 맥락에서 많이 활용되고 있다. 시뮬레이션과 같이 실제성을 고려함과 동시에 학습자를 참여하는 교수-학습 방법은 과거부터 현재에 이르기까지 효과적인 교육 및 훈련을 위한 접근 방법 중 하나로 고려되고 있다. Rubinsky와 Smith(1973)는 교육·훈련을 통해 습득한 지식이 얼마나 장기기억에 오랫동안 유지될 수 있는지를 기준으로 보았을 때, 단순히 설명을 하거나 기술하는 것보다 현실에서 발생 가능한 사건을 기반으로 이를 구성하여 실제 체험을 하는 학습이 보다 효과적임을 제시하였다. Goldenhar, Moran과 Colligan(2001)은 학습을 위한 최적의 방법으로 실제 작업을 시뮬레이션하여 경험을 획득하는 것이라고 주장하였다. 특히, Edgar(1969)의 학습 피라미드를 고려하여 볼 때, 시뮬레이션은 학습자가 보다 활동적으로 참여하며 실제 수행하는 것의 약 80% 이상을 기억할 수 있다. 이는 수동적으로 학습이 이루어지는 읽기나 듣기 활동이 약 10-30%의 정보를 기억하는 것과 상당한 차이를 나타낸다. 실제 현장에서의 직접 경험과 시뮬레이션을 통한 학습자의 능동적이고 적

극적인 참여 교육은 학습 내용의 기억 및 유지 등을 포함한 학습 효과성의 측면에서 보다 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 확인해 볼 수 있다.



[그림 II-2] 학습 피라미드(The learning pyramid)(Edgar, 1969)

55개의 시뮬레이션 선행 연구에 대한 메타 분석을 실시한 Sitzmann(2011)은 기존 전통적 수업보다 시뮬레이션의 교육적 활용이 자기 효능감, 선언적 지식 습득, 절차적 지식 습득, 기억 유지 측면에서 효과적이라는 점을 확인하였다. 시뮬레이션 학습, 컴퓨터 보조 수업 (Computer Assisted Instruction), 전통적 학습 방법에 대한 비교 분석을 실시한 Sowunmi와 Aladejana(2013)의 연구에서는 시뮬레이션을 통한 학습이 학업성취도 측면에서 유의미한 효과가 있는 것으로 나타났다. 이상을 종합하여 볼 때, 시뮬레이션은 학습 효과성에 측면에서 그 중요성을 지닌다고 볼 수 있다.

교육에서의 시뮬레이션 활용에 대한 효과는 크게 세 가지 측면에서

학습에 긍정적인 영향을 미친다. 첫째, 인지적 측면에서 학업 성취도 향상 및 지식 습득을 촉진하는데 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 특히 학업 성취도 향상 및 지식 습득 촉진 측면에서 피드백과 시나리오 활용, 반복적인 훈련 등을 고려해 볼 수 있다. Dine과 동료들(2008)은 시뮬레이션 기반 학습에서 시청각 피드백과 디브리핑을 모두 제시하는 경우 인지적인 측면에서 보다 긍정적인 영향을 미친다는 것을 제시하였다. Scavone와 동료들(2010)의 연구에서는 다양한 의견과 관점을 제기할 수 있는 시나리오를 활용함으로써 학습자들의 비판적 사고력 향상 등이 이루어졌다. Carter와 동료들(2009)의 연구와 Sullivan과 동료들(2009)의 연구에서는 간호대학 맥락에서 시뮬레이션을 활용한 결과, 반복적인 훈련으로 지식이 보다 체화되는 데 도움이 되었음을 나타내고 있다.

둘째, 시뮬레이션은 학습 만족도 향상에 긍정적인 영향을 미친다. 의과대학 맥락에서 시뮬레이션을 활용하여 이의 효과성을 검토한 LeFlore와 Anderson(2008)은 시뮬레이션을 통해 학습이 이루어질 경우 학습자들은 실제적 활동(hands-on activity)을 수행함으로써 학습에 대한 만족도 향상 및 동기 유발이 이루어짐을 제시하였다. 즉, 학습자들은 학습 내용을 수동적으로 받아들이기보다 실제적 활동을 통해 능동적이고 적극적으로 참여함으로써 학습에 대한 만족도 및 동기적인 측면에서 도움이 된 것이다. 이 외 과제의 다양성 요소 등이 정의적 영역 측면에서 교육적 효과를 향상시키고 있음을 확인할 수 있었다(Guhde, 2011)

셋째, 시뮬레이션은 반성적 태도를 지니는 데 도움을 줄 수 있다. 시뮬레이션은 실제와 유사한 환경에서 반복적인 훈련이 가능할뿐만 아니라 이를 종합적으로 되돌아 보는 반성적 태도를 형성하여 보다 비판적인 시각을 형성할 수 있다. 사범대학에서의 수업 실습 시뮬레이션을 활용하고 학습자 의견을 분석한 결과 학습자가 관련 지식 및 이론을 습득하는 데 도움을 줄 뿐만 아니라 반성적 태도 형성에 도움이 되었음을 제시하고 있다(박정환, 정동욱, 2009; VanLehn, Ohlsson, & Nason, 1994). 이 외, 특정 문제를 해결하는 과정에서 단계적으로 도움을 제공하므로 시뮬레이션은 문제해결력 향상 측면에서도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다

(Galarneau, 2005; Sottile & Brozik, 2004). 요컨대, 학습자 주도성, 실제성 등을 반영한 시뮬레이션은 수업 만족도 향상, 흥미 유발뿐만 아니라 학습을 촉진하는 데 도움이 된다.

라. 교육용 시뮬레이션 설계

시뮬레이션은 이론 및 개념, 실제적 지식 등에 효과적으로 활용할 수 있는 하나의 콘텐츠 혹은 교수-학습 방법으로 볼 수 있다(Campbell & Daley, 2008). 그 중 하나의 콘텐츠 형태로서 의미를 지니는 교육용 시뮬레이션은 기존 교실 등에서의 여러 환경적 제약으로 인해 학습에서 직접적인 체험과 실제성을 반영하지 못하는 한계점을 극복할 수 있는 방안 중 하나이다. 실제와 유사한 상황을 컴퓨터 혹은 웹 기반 학습 환경에 구현함으로써 모의 활동을 기반으로 상황에 대한 판단과 문제 해결 등의 학습이 가능하다(백영균, 2010).

노은희와 이재무(2008)는 초등교육 맥락에서 소비 및 경제 개념을 위한 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를 개발하였다. 특히, 학습자의 수준을 고려하여 심층적인 내용을 다루기보다 경제 개념에 대한 학습 동기를 유발할 수 있도록 일종의 놀이 형태로 제시하였다는 점과 다양한 간접적 체험이 이루어질 수 있도록 폰 뱅킹, 현금 자동 지급기 등에서 발생할 수 있는 여러 문제 상황의 제시, 각각의 반응에 대한 피드백을 제공하는 전략을 적용하였다. 결과적으로 학습자들의 흥미 유발 등의 정의적 측면과 현금 지급기 사용의 순서를 포함한 절차적 인지 영역에서 긍정적인 영향을 미쳤다. 이상의 결과는 Tildiz와 Atkins(1996)의 연구에서도 유사하다. Tildiz와 Atkins(1996)는 14세를 대상으로 에너지 개념 학습을 위해 그래픽과 음향을 포함한 시뮬레이션 콘텐츠를 개발하고 이를 적용한 결과 유의미한 인지적 양상이 나타났음을 확인하였다.

최은선과 최진식(2006)은 고등학교에서의 확률과 통계에서 다루는 주요 개념을 실제 생활에 적용할 수 있는 웹 기반 교육용 시뮬레이션을 개

발하였다. 특히 추상적 개념을 보다 구체적인 시각화를 통해 제시하고 각 주제별 학습 후 형성 평가 실시, 도움말 기능 등을 활용한 지원 등을 고려한 설계가 이루어졌다.

이상의 교육용 시뮬레이션은 학업 성취도, 효능감, 학습 만족도와 참여도, 흥미 유발 등을 포함하여 학습에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 하지만 이는 교육용 시뮬레이션을 어떻게 설계하느냐에 따라 그 효과가 상이하다(Cook et al., 2013; Jeffries, 2005). 또한, 교육용 시뮬레이션은 단순히 일방적으로 지식을 전달하는 교수자 중심이 아닌 학습자의 참여와 조작 등이 이루어짐으로써 시나리오 설계, 목표, 지식 및 기술, 학습 결과 등을 포함하여 다양한 측면을 고려해야 하므로 설계 측면은 중요하다고 볼 수 있다. 특히, 시뮬레이션을 설계함에 있어서 무엇보다 학습 과제와 문제 상황에서의 현실적 상황을 고려해야 한다(이명근, 김민규, 2001).

간호대학 맥락에서 시뮬레이션 학습을 위한 체계 모형을 제시한 Campbell과 Daley(2008)는 학습자의 개인적 경험뿐만 아니라 문화, 삶의 경험을 고려함과 동시에 학습 활동 측면에서 비판적 사고, 효과적 의사소통, 치료적 중재의 세 가지 목표와 성과를 고려해야 함을 제시하였다. 시뮬레이션은 교육 목표를 충족시키는데 핵심적인 기제 역할을 수행한다고 볼 수 있다. 이를 통해 학습자들은 경각심을 학습할 수 있으며 이는 간호학과 학습자 등 관련 대상자들이 보다 학습 내용의 숙달뿐만 아니라 전인적으로 자신의 직업 등에 만족을 높이는 데 긍정적으로 영향을 미칠 수 있다. 또한, 학습 결과로서 경각심이 달성되지 않은 경우 이에 대한 반복적 피드백을 통해 보다 숙달되어야 함을 강조하고 있다. 간호교육에서 시뮬레이션을 설계하기 위한 고려 요소를 종합적인 측면에서 반영하여 이를 제시한다는 점에서 의의를 지니지만 시뮬레이션 설계를 위한 구체적인 안내는 제공하지 못하는 한계점을 지닌다고 볼 수 있다.

또 다른 측면으로 분명한 학습 목표는 시뮬레이션이 학습에 적용될 때 학습과 학업 성취를 이끄는 데 도움이 되기 때문에 그 중요성을 지니고 있다. 이에 대해 Rauen(2001)은 교육용 시뮬레이션에서의 학습 목표

는 학습자의 지식과 경험과 상응하는 측면을 고려해야 함을 언급하였다.

Jeffries(2005)는 임상 상황의 복잡성을 고려함과 동시에 간호학과 학습자의 비판적 사고가 미흡하다는 문제점을 언급하면서 이를 해결하기 위해서는 교육용 시뮬레이션 등을 활용하여 다양한 임상경험이 이루어질 필요성을 강조하였다. 안전하고 다양한 임상 경험이 가능한 시뮬레이션은 효과적인 접근 방안 중 하나라 볼 수 있다. 학습 효과를 향상시키기 위해서 시뮬레이션은 대상자 특성, 교육적 실행(educational practice), 시뮬레이션 특성 및 설계, 학습 성과 등을 고려해야 한다(Jeffries, 2005). 학습이 구체적인 학습 성과가 이루어지기 위해서는 학습 목표 및 내용 구성에 적합한 교육용 시뮬레이션 설계가 이루어져야 한다. 이를 위해 대상, 충실도(fidelity), 복잡성, 단서 제공, 디브리핑 등을 중점적으로 고려할 필요가 있다. 이상을 주요 요소를 고려한 효과적인 교육용 시뮬레이션 설계는 궁극적으로 만족도, 비판적 사고, 자신감 등에 긍정적인 도움을 제공할 것이다.

Reigeluth와 Schwartz(1989)는 교육용 시뮬레이션을 설계하기 위한 고려 요소로 시나리오, 기저모델, 수업 전략을 제시하고 이를 기반으로 시뮬레이션을 위한 일반적인 설계 지침을 개발하였다. 이는 크게 복잡성의 선택, 도입, 획득, 적용, 평가, 통제 측면에서 활용할 수 있는 지침을 제시하고 있다. 이를 정리하면 다음과 같다.

<표 II-4> 교육용 시뮬레이션을 위한 일반 설계 지침(Reigeluth & Schwartz, 1989)

단계	설계 지침
복잡성 선택	<ul style="list-style-type: none"> 가장 현실성 있는 기저모델의 복잡성 수준을 결정하라 몇 개의 변인이 포함될 때에는 통합적인 접근을 사용하라 많은 변인이 포함된 경우 몇 개의 단계로 단순화하라
도입	<ul style="list-style-type: none"> 학습자의 참여 형태, 주요 등장인물이나 사물, 진행과정, 상황 설명을 제시하라 목적과 목표를 제시하라 시뮬레이션을 통제할 지시사항과 규칙을 제시하라

단계	설계 지침
획득	<ul style="list-style-type: none"> ■ 설명적 접근을 사용할 때는 대표적 혹은 전형적인 예를 제시하라 ■ 발견적 접근을 사용할 때는 주어진 예의 조작과 관찰을 통해 원리나 지식을 이해할 수 있도록 하라 ■ 발견적 접근의 경우 힌트나 도움말의 형태로 발견과정을 돕도록 하며, 도움이 제공되는 빈도는 내용의 난이도, 학습자의 능력, 경험에 따라 다르게 제공하라
적용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 다양한 연습문제를 제공하라 ■ 쉬운 것에서 어려운 것의 순서로 연습문제와 예를 제시하라 ■ 난이도가 다양할 경우 한 단계 기준을 도달한 후 다음 단계로 넘어갈 수 있도록 하라 ■ 시간과 비용 면에서 지나친 복잡성 때문에 단순화시켜야 할 경우를 제외하고 가능한 실세계의 상황과 같은 표현 형태를 사용하라 ■ 어려운 과제의 연습문제의 경우 힌트나 도움말을 제공하되 제시량을 점차 줄여라 ■ 시뮬레이션의 사실성을 높이기 위해서는 자연적인 피드백을 사용하라 ■ 피드백이 자주 필요하거나 자연적 피드백보다 더 많은 정보를 전달할 필요가 있는 경우 인위적 피드백을 사용하라 ■ 인위적 피드백을 사용할 경우 학습자가 과제에 숙달될수록 피드백 제시 비율을 줄여라
평가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 다양성을 최대한 포함하는 새로운 문제 상황을 제시하라 ■ 숙달을 판단할 수 있는 기준을 정하고, 학습자 숙달에 관한 지표로 점수를 제공하라 ■ 평가는 연습의 일부로 제공될 수 있도록 하라 ■ 틀린 문제에 대한 충분한 피드백과 함께 결과를 검토할 수 있도록 하라
통제	<ul style="list-style-type: none"> ■ 학습자에게 적절한 학습 과제를 선택하도록 하거나, 새로운 내용을 처음 제시할 때, 다음 과제 수준으로 진행 여부를 결정할 때 시스템 통제를 활용하라 ■ 새로운 원리나 절차 학습의 초기 제시 과정은 시스템 통제를 하고, 추가적 예 혹은 연습과정에서 다시 개요나 예를 보고자할 때는 학습자 통제를 활용하라 ■ 학습자가 시뮬레이션은 처음 사용할 때는 도입부에서 다음 단계로의 진행은 시스템 통제를 적용하고 반복 선택은 학습자 통제를 활용하라

복잡성 선택 단계에서는 현실성을 고려한 복잡성 수준 결정이 이루어져야 하며, 소수의 변인이 포함될 경우 통합적으로 이를 활용하고 반면에 다수의 변인이 포함될 경우 단계화할 것을 제시하고 있다. 도입 단계에서는 학습자 참여 형태, 상황 등의 맥락을 제공하고 목적과 목표 등을 분명히 제시할 것을 강조한다. 획득 단계에서는 접근 방식에 따라 상이한 제시가 이루어져야 함을 고려한다. 예컨대, 설명적 접근이 이루어질 경우 전형적인 예를 제시할 필요가 있는 것이다. 적용 단계의 경우 연습 문제 난이도의 다양성 고려, 예 제시, 단계별 접근, 피드백의 제공 등을 강조하고 있다. 평가에 있어서는 새로운 문제 상황을 제시함으로써 평가의 다양성을 고려하고 이를 판단할 수 있는 기준 등을 설정하고 숙달 정도를 고려한 점수 제공 등이 이루어져야 하며 통제 단계에서는 총 네 가지 경우 시스템 통제를 활용할 것을 제시하고 있다.

시뮬레이션 유형 중 절차적 학습 목표를 달성하기 위한 교육용 시뮬레이션 설계원리를 도출한 임철일과 연은경(2007)은 도입, 상황 설계, 피드백 및 정보 제시, 학습자 판단, 전자노트, 학습 맵, 도움말, 요약, 학습자 통제, 연습 영역에 해당하는 구체적인 지침을 제시하였다. 이를 기반으로 요구분석 절차 학습을 위한 프로그램을 개발 및 적용하여 학습자 반응을 분석한 결과, 사례의 적용을 기반으로 한 절차 학습, 학습자가 프로그램에 분석 혹은 판단한 내용을 직접 기술하고 이에 대한 피드백을 제공한 것이 학습에 긍정적인 도움이 되었음을 확인하였다. 특히 실제와 상당히 유사한 사례를 활용함으로써 학습 동기를 유발하는 데 도움이 되었다. 반면 인터페이스 개선과 더불어 추가적인 사례를 제시하여 이의 다양성을 고려해야 하는 점 등을 개선점으로 확인할 수 있었다. 또한, 추후 연구(임철일, 연은경, 2009)에서 이상의 주요 원리를 사례 기반의 시뮬레이션 설계에 적용하는 형성 연구를 통해 실제 사례의 활용을 통해 학습 내용의 이해에 도움이 되었으며, 실제와 비슷한 경험 학습이 가능하다는 점 등을 주요 강점으로 확인해 볼 수 있었다.

교육용 시뮬레이션을 어떻게 설계할 것인지에 대해 Alessi와

Trollip(2001)은 크게 여섯 단계를 제시하였다. 현상에 대한 학습 및 분석 단계에서는 지식과 이에 포함되는 속성에 대한 분석이 이루어지며, 시뮬레이션 요소 설계 결정 단계에서는 학습자 특성, 학습 목표를 기반으로 성공적인 설계를 위한 핵심 요소 분석과 결정이 이루어진다. 이후 기반 모형의 개발 및 구체화, 모형에 대한 저작용 소프트웨어 표현, 사용자 인터페이스 개발, 교수적 지원 장치 개발이 이루어진다.

Aldrich(2004)는 교육용 시뮬레이션을 어떻게 효과적으로 작동할 수 있을지에 대한 구조를 제시하였다. 작동 구조는 일반적인 교실에서의 학습 활동과 다소 유사하며 입력, 연산처리, 출력의 형태로 이루어진다. 특히, 입력 영역에서는 사용자의 표현 수단을 위한 아바타 생성 및 반응 등의 인터페이스 설계가 이루어지며, 연산 처리는 사용자의 입력을 통한 정보가 교육용 시뮬레이션에서 처리되는 것을 의미한다. 이후 출력 부분에서는 처리된 정보에 대한 결과 혹은 피드백이 사용자에게 제공되는 기능이라 볼 수 있다.

하지만 교육적 맥락에서의 시뮬레이션 활용은 주로 컴퓨터 혹은 기존 웹 기반 학습 환경에서의 2차원적 형태를 활용하기 때문에 이를 활용함에 있어 실제성이 다소 낮을 수 있다고 볼 수 있다. 또한, 현실에서의 역동성을 기존 교육용 시뮬레이션에서 보다 실제적으로 구현하기 어렵다(김혜영, 이희수, 2009; 이준희, 2005). 이상의 제한점을 극복하고 보다 실제 환경의 현실감과 실제성을 고려하기 위해 가상현실 등을 적용해 볼 수 있다(Wu et al., 2013).

2. 가상현실 기반 시뮬레이션의 교육적 활용

가. 가상현실의 개념 및 특성

가상현실은 교육 분야를 포함하여 최근 다양한 영역에서 관심 대상이 되고 있다. 1980년대 가상현실 시스템이 개발되기 시작하였으며 1990년대 초반, 군 교육에서의 가상현실 기반의 시뮬레이션이 적용되었다. 현재는 공학, 교육 및 훈련, 의학, 비즈니스, 예술 등을 다양한 영역에서 활용되고 있다. 특히, 최근 다양한 기술적 발달로 인하여 가상현실을 기반으로 한 교육적 활용에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다.

가상현실이라는 용어는 1970년대 중반 Myron Krueher가 인공현실(Artificial Reality)라는 용어를 처음 사용한 이후 1989년 Jarrow Lanier에 의해 “컴퓨터에 의해 제작된 몰입적인 시각 경험”으로 가상현실(Virtual Reality)이라는 용어가 사용되었다. 가상현실은 약 반 세기 전에 용어가 등장하였지만 이에 대한 개념적 정의에 대해 여전히 논의가 이루어지고 있다. 가상현실의 개념적 측면에서의 한 가지 접근 방식으로는 크게 기술적 관점과 심리적 관점으로 구분하여 볼 수 있다(Coelho, Tichon, Hine, Wallis, & Riva, 2006). 기술적 측면에서 가상현실은 상호작용 방식을 갖춘 다양한 기술의 집합체로 볼 수 있다. 특히 3차원 환경에서 이미지, 오디오, 비디오, 텍스트 등의 다양한 측면을 통합하여 구성한다. 가상현실은 컴퓨터 기반의 입출력 장치를 포함한 여러 기술적 요소를 통합한 3차원 환경이라고 볼 수 있다(Boud, Haniff, Baber, & Steiner, 1999).

심리적 관점에서 가상현실은 기술보다는 경험적 측면을 강조하는 차원에서 개념적 정의가 이루어지고 있다. 가상 아바타나 물체의 반응 구현 등을 통해 상호작용이 가능한 환경으로 가상현실을 고려하고 있다(Nagy & Koles, 2014; Spence, 2008). 이상의 상호작용은 전통적인 멀티미디어와 가상현실을 구분할 수 있는 차이점 중 하나로 볼 수 있다

(Riva, Waterworth, & Waterworth, 2004). 상호작용을 지원하는 특성으로 가상현실에서의 사용자는 주관적인 심리적 상태와 반응을 표출할 수 있으며 이를 통해 특정 환경에서 자신이 존재한다는 실재감을 느낄 수 있다. 특히, 상호작용을 통한 실재감은 3차원 가상세계에서 핵심적인 요소로 고려해 볼 수 있다. 가상세계는 실제적인 맥락 속에서 지식을 학습할 수 장소를 제공함과 동시에 여러 사용자가 역할놀이 등을 통해서 보다 실제적인 몰입감을 느낄 수 있기 때문이다(조영환, 김윤강, 황매향, 2014). 특히, 학습 측면에서 상호작용을 통해 인식하게 되는 친밀감으로서 실재감은 학습 흥미 및 성취도에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(Cho, Yim, & Paik, 2015). 상호작용 기반의 실재감은 사용자가 가상 세계에 존재하지만 실제 세계에서 있는 것처럼 행동하게 만드는 기제 역할을 수행하는 것으로 볼 수 있다.

이와 함께 현실과 가상 사이의 일련의 연속선상으로 가상현실 용어에 대한 분류(taxanomy) 접근이 이루어지고 있다. Milgram과 Colquhoun(1999)는 가상과 현실 사이의 혼합 정도에 따라 구분하고 있다.



[그림 II-3] 현실과 가상의 연속체 상에서의 구분
(Milgram & Colquhoun, 1999)

자연적 현상이나 현장과 같은 현실적 환경과 컴퓨터로 구현한 가상 환경의 연속성 상에서 어느 부분을 중점적으로 고려하느냐에 따라 증강 현실, 증강 가상이 이루어질 수 있다. 가상현실은 증강현실 보다 더 가상성에 바탕을 두며 컴퓨터 등을 통해 구축된 가상공간에 속에서 사용자가

몰입하여 실재감을 향상이 가능한 특성을 지닌다고 볼 수 있다(Benford et al., 1998). 이는 실재가 반영된 가상 객체를 통해 사람의 인식을 향상시키는 것을 목표로 하며 가상 세계와 현실 세계의 유기적인 연결을 제공하는 매개로서 역할을 하는 것이다.

또한 개별 연구자마다 가상현실에 대해 아래와 같이 다소 상이한 정의를 제시하고 있다. 하지만 일반적으로 가상현실은 컴퓨터 등의 테크놀로지를 기반으로 구축된 3차원 가상공간이 실제 환경을 완전히 대체하여 사용자를 몰입하게 하는 기술 혹은 환경(McGrath et al., 2018; Merchant et al., 2014)이라 볼 수 있다.

<표 II-5> 가상현실의 개념

연구자	설명
Aukstakalnis & Blatner (1992)	컴퓨터를 이용하여 복잡한 데이터를 조작하고 시각화하여 상호작용하는 방법
Newquist (1992)	컴퓨터가 만들어낸 세계에 사용자가 참여하여 시각, 청각, 그리고 촉각을 통해 3차원적으로 경험할 수 있게 해주는 테크놀로지
Milgram & Kishino (1994)	실제 환경을 고려하여 사용자가 완전히 몰입할 수 있으며 상호작용이 가능한 환경
한정선, 오정숙 (2003)	현실을 실제와 유사하게 구현한 학습 환경
Chittaro & Ranon (2007)	테크놀로지를 통해 실제 환경을 가상공간에 구축한 것
McGrath et al., (2018)	3차원 가상공간이 실제 환경을 완전히 대체하여 사용자를 몰입하게 하는 기술 혹은 환경

가상현실 기반의 교육용 콘텐츠 및 제작 기술 측면에서는 크게 상호작용형 가상현실(Interactive Virtual Reality)과 360도 가상현실(360° Virtual Reality)으로 구분 가능하다. 상호작용형 가상현실은 역동적인 참여를 가능하게 한다. HMD 도구와 입출력 장치 등을 활용하여 인간의

움직임과 말 등이 가상현실 콘텐츠에 적용 가능하다. 사용자는 가상현실에서 탐색적 활동을 수행할 수 있다. 특히, 상호작용 중심의 구현을 위해 별도의 가상현실 개발 프로그램의 활용 및 연동이 이루어진다.



[그림 II-4] 상호작용형 가상현실의 예(1) : Labster사의 CSI Forensics Lab

최근에는 상호작용형 가상현실에 보다 발전된 햅틱 기술이 반영되고 있다. 입력 장치를 활용하여 촉각을 중심으로 가상현실에서의 물체 혹은 대상과 직접적인 상호작용이 이루어지는 특징을 지닌다(Mirghani et al., 2018; Seo, 2017). 이를 통해 보다 직접적인 체험이 가능하다.



[그림 II-5] 상호작용형 가상현실의 예(2) : Simodont

다음으로 360도 가상현실은 기존 온라인 및 이러닝 콘텐츠의 단편적인 화면 제시 방식의 한계를 벗어나 실제 환경을 360도 카메라로 촬영하여 구현된 실제와 동일한 장면을 사용자가 살펴볼 수 있는 특징을 지닌다(Sreedhar et al., 2016). 사용자가 시점을 자유롭게 변경하여 원하는 각도와 시각에서 콘텐츠를 살펴 볼 수 있는 특성을 지녀 관광 혹은 여행, 엔터테인먼트 분야에서 활발하게 활용되고 있다.



[그림 II-6] 360도 가상현실의 예 : Exteriors 360

이상의 두 가지 형태의 가상현실은 모두 사용자의 참여를 가능하게 하지만 실제적인 제작 및 지원 기술, 그리고 제작비용 측면에서 상이성을 지닌다.

다음으로 가상현실과 유사한 형태로서 증강현실(Augmented Reality)과 비교하여 볼 때, 크게 사용자의 시야, 그래픽 방식, 사용자 이동 여부, 주요 사용 기술, 그리고 목적 총 다섯 가지 측면에서 구분하여 볼 수 있다(편석준, 김선민, 우장훈, 김광집, 2017). 사용자의 시야 측면에서 가상현실은 사용자의 시각을 완전히 가려 가상의 컴퓨터 그래픽을 제시하게 된다. 반면 증강현실은 사용자의 시각을 완전히 가리지 않는다. 즉, 현실

과 증강으로 나타낸 정보를 모두 확인할 수 있는 구조이다. 예컨대, ‘포켓몬 고’와 같은 형태로 사용자는 디지털 도구로서 스마트 폰을 통해 현실을 확인할 수 있음과 동시에 스마트 폰을 통해 제시되는 가상의 이미지 및 정보 또한 확인 가능하다.

그래픽 방식 측면에서 가상현실은 전면 컴퓨터 그래픽을 활용하여 가상 화면이 주가 된 상태이다. 반면, 증강현실은 현실과 컴퓨터 그래픽을 동시에 접근하기에 대부분의 실사 화면에서 가상의 그래픽이 더해진 것으로 볼 수 있다. 사용자의 이동 여부와 관련하여 가상현실은 대다수 HMD를 활용하여 별도의 이동 없이 고정된 상태에서 활용 가능하다. 반면, 증강현실은 대다수 이동하여 사용하는 경우가 많다고 볼 수 있다.

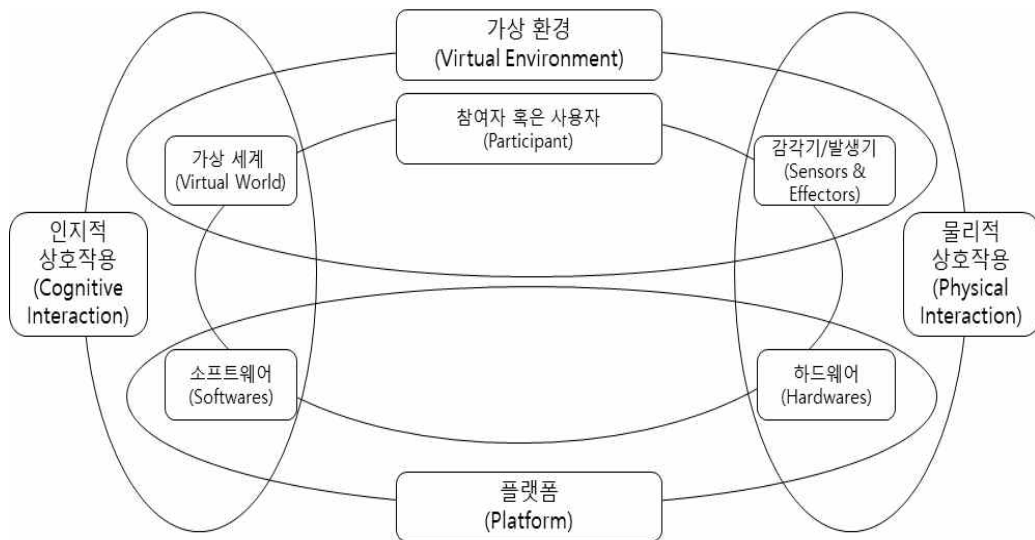
주로 활용되는 기술 측면에서 가상현실과 증강현실은 차이를 지닌다. 가상현실은 주로 시각, 청각 관련 기술을 주로 활용한다. 최근에 후각, 미각 등의 인간의 오감에 해당되는 모든 측면을 고려한 기술들이 활용되고 있다. 예컨대, 싱가포르 국립 대학교(National University of Singapore)에서 개발된 전자기기 중 하나인 디지털 물리팝은 전극을 활용하여 인간의 혀에 신맛, 짠맛 등을 느낄 수 있게 해주는 기술이 존재한다. 이와 같이 주로 인간의 오감을 바탕으로 한 접근이 이루어진다. 반면 증강현실은 인간의 오감을 고려하기보다는 위치 처리 기술이나 카메라 기술이 주를 이룬다. 예컨대, 증강현실 어플리케이션 중 하나인 ‘Layar’는 카메라를 통해 주변을 확인하며 주변 버스 정류장 혹은 가고자 하는 특정 위치 정보를 나타낸다.

마지막으로 활용 목적 측면에서 보면 가상현실은 실제로 체험하기 어려운 현상이나 현장을 체험하는 등의 보다 생생한 경험을 제공하는 것이 주요 목적이지만 증강현실은 특정 상황이나 지역에서 필요한 정보를 사용자에게 전달하는 것으로 대부분 활용한다고 볼 수 있다. 요컨대, 가상성을 반영하고 있다는 측면에서는 동일하지만 증강현실은 실세계 환경과 가상세계의 연속성 측면에서 실제 현실에서의 맥락성을 유지하면서 실제 세계의 사물을 통해 증강된 정보를 학습자에게 제공하는 실물형 인터페이스라는 점에서 차이를 지닌다(장상현, 계보경, 2007).

가상현실의 주요 특성을 살펴보면 크게 세 가지로 구분 지어 볼 수 있다. 첫째, 가상현실은 몰입성을 지닌다고 볼 수 있다. 가상현실 테크놀로지는 학습자들이 활동에 보다 적극적인 참여를 유도한다(Hanson & Shelton, 2008; Sherman & Craig, 2003). 이는 다양한 인터페이스 도구를 3차원의 그래픽 시스템과 통합하여 활용하고 이를 제공함으로써 학습자들은 가상현실 혹은 가상현실 학습환경에서 활동, 명령, 조작 등을 수행할 수 있다. 예컨대, 학습자가 가상현실에서 일정한 장소에서 움직이거나 특정 기능을 수행할 경우 시각, 청각뿐만 아니라 촉각적인 정보 등이 제공된다. 이 경우 학습자들은 참여를 위해 신체적으로 그리고 정신적으로 반응해야 하며 궁극적으로 몰입 향상이 이루어질 수 있다.

둘째, 가상현실은 실시간 상호작용이 가능한 특성을 지닌다. 가상현실에서의 시스템은 사용자의 입력을 통해 나타나는 제스처 혹은 움직임 등을 발견하고 이를 즉각적으로 반응할 수 있다(Burdea & Coiffet, 2003; Sherman & Craig, 2003). 이러한 행동 변화의 결과가 가상현실 상에 나타남으로써 학습자와 시스템간 상호작용이 구현된다고 볼 수 있다. 또한 가상현실에서 이루어지는 행동 혹은 활동을 통해 나타난 결과에 대해 사용자간 피드백을 제공 받을 수 있다.

마지막으로 실제성을 반영하고 있다. 가상현실은 현실을 모방할 뿐만 아니라 실제 공학, 의학 교육 등의 맥락에서 발생 가능한 문제를 발견하고 해결하는 목적을 지닌다(Huang et al., 2010). 가상현실을 통해 실제 세계에서 고차적인 문제해결이 가능한 것이다. 또한 학습자들이 사고하는 것을 현실적으로 나타낼 수 있다는 측면에서 추상적인 것을 구체적으로 표상할 수 있다. 이상의 특성을 고려해 볼 때, 가상현실은 보다 실제적이고 몰두가 가능한 학습을 추구한다고 볼 수 있다. 이는 가상환경을 구성하는 요소 측면에서도 그 특성을 확인해 볼 수 있다.



[그림 II-7] 가상환경 구성 요소 (Wilson, D'Cruz, Cobb, & Eastgate, 1996)

가상환경은 물리적 상호작용 측면에서 사용자들의 감각을 기반으로 하며 사용자들의 움직임을 추적하는 입출력 장비 혹은 기술이 포함된다. 센서 등을 통해 사용자들로부터 정보를 획득하고 이를 발생기(effector)를 통해 다시 사용자에게 정보를 제공하는 것이다. 또한 가상현실이 적용되는 가상환경은 인지적 상호작용이 포함되는 것으로 현실 세계의 특성이 가상세계에 어느 정도 부합하는지와 더불어 참여자 간 동시적 접근을 통한 상호작용이 구현될 수 있다고 볼 수 있다.

나. 가상현실의 교육적 활용 가능성

가상현실은 게임, 애니메이션, 테마파크뿐만 아니라 교육, 훈련, 이터닝 등 다양한 분야로 확산되고 있다. 이는 가상현실이 여러 분야에서 보다 현실적인 경험을 제공하는데 활용 가능하기 때문이다. 특히, 교육 맥락에서 가상현실은 기존 전통적 교수학습의 문제점으로 고려될 수 있는 수동적인 학습의 문제점을 해결할 수 있는 가능성을 지니며 가상현실의 활용으로 대학을 포함한 다양한 교육기관은 교육 장소에서의 공간적 혁명과 적극적이고 능동적인 학습, 실감 체험이 가능한 교육 등 학습 방식의 다양화가 가능하다(이길행 외, 2018). 예컨대, 일본의 인터넷 통신 고등학교인 N고등학교에서는 먼 지역에 거주하는 학습자를 고려하여 가상현실을 활용하여 수업뿐만 아니라 입학식 행사, 클럽 활동에도 가상현실을 활용한다(<http://nnn.ed.jp/>). 미국 카네기 멜론 대학교에서는 도시 건설 설계에 가상현실을 적용하여 새로운 도시를 건설함에 있어 고려해야 할 요소들을 중점적으로 살펴보고 있다(<https://www.cmu.edu/>). 미국 톨레도 대학에서는 의과대학 해부학 수업에 가상현실을 활용하여 학습자들이 실제와 상당히 유사한 인체를 세부적으로 살피고 체험할 수 있다(www.utoledo.edu/). 또한, 싱가포르에 위치한 난양 공과대학에서는 가스터빈에 대한 수업을 진행함에 있어 가상현실을 활용하고 있다(www.ntu.edu.sg/).

이상의 교육적 활용 가능성은 교육에서의 가상현실 활용 이점과 밀접한 관련성을 지닌다. 가상현실을 교육적 맥락에서 활용하는 경우 크게 세 가지 측면에서 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 첫째, 추상적인 개념을 구체적으로 습득 가능하다. Hwang과 Hu(2013)는 수학 교과에서의 가상현실과 기존 학습 도구로서 종이 및 연필을 사용하여 수업을 비교한 결과 가상현실 활용이 보다 학습 전반에 있어 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. Roussou(2009)는 8~12세 학습자 50 명을 대상으로 수학 교과를 가르치기 위해 가상 놀이터(virtual playground)를 개발하여 이를 활용한 결과, 보다 높은 학습 흥미를 유발하였으며 개념적 이해 측

면에서 향상된 결과가 나타남을 확인하였다.

둘째, 적극적인 활동을 유도한다. 일반적으로 가상현실은 단순히 영상을 시청하거나 교과서, 참고서적 등을 읽는 수동성을 지원하기보다는 학습자의 활동과 수행을 강조한다. Müns, Meixensberger과 Lindner(2014)는 의학 교육 맥락에서 각기 다른 학습 수준을 지닌 9명을 대상으로 가상현실 시뮬레이션을 활용하여 의미와 효과를 탐색하였다. 결과적으로 가상현실 시뮬레이션 훈련 시스템은 자율 신경 및 뇌와 밀접한 관련을 지닌 두개골 고정술의 복잡한 종양 수술 과정에 대한 학습에 있어 적극적인 참여와 활동을 통해 복잡한 절차에 익숙해 질 수 있는 효과적인 훈련 방법으로 고려되었다. 이의 활용으로 인해 학습자들은 자신감을 갖게 되어 오류의 발생 빈도를 저하하게 하는 데 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 제시하였다.

셋째, 가상현실은 현실에서 접근하기 어려운 활동을 수행하는 데 도움을 줄 수 있다. 예컨대, 인문사회계열에서의 지리학, 지질학 또는 고고학에서의 적용을 고려해 볼 수 있다(Lin et al., 2013). 김희수(2014)는 과학교육에서 현실적으로 접근하기 어려운 지구과학에서의 지질 답사 학습 자료를 개발하기 위해 3차원 파노라마를 활용한 가상현실 자료를 개발하고 이를 적용하여 학습자의 반응을 분석한 결과 가상현실 학습 자료의 활용은 학습자가 현상을 이해하는 데 도움을 주었으며 지질학적 내용을 학습하는 데 유용성을 지닌다는 점을 확인하였다. 현장에서의 탐구를 기반으로 한 현장 체험(field trip)을 통해 다양한 학문적 지식을 습득해야 하지만 실제로 해당 장소를 방문하기 어려운 경우 활용 가능한 것이다. 이 경우 가상현실을 활용하여 시간과 공간의 제약 없이 구체적인 학습이 가능하다. 또한, 현실에서는 조작하기 어려운 요소들을 가상현실을 통해 조작이 가능하다. 예컨대, 분자 구조에 대한 분석, 중력 정도에 따른 현상 변화 등 실제 현실에서 경험하기 어려운 현상을 가상으로 구현함으로써 구체적인 조작을 통해 변화를 확인 가능하다(Oddsson et al., 2007).

이 외, 가상현실의 활용은 의사소통 능력, 자기 효능감 등의 향상에

있어 긍정적인 영향을 미친다(De Lucia, Francese, Passero, & Tortora, 2009). Sierra, Gutiérrez와 Garzón-Castro(2012)은 약 1년 반 동안 전자의 구조에 대한 학습을 함에 있어 전통적인 교실 수업과 세컨드 라이프 기반 가상 수업을 결합한 블렌디드 수업을 운영한 결과 학습자들이 학습 활동에 보다 적극적으로 참여하고 높은 학습 동기 향상이 이루어졌음을 확인하였다. Cho, Yim과 Paik(2015)는 사회적으로 중요한 문제로 고려되고 있는 학교폭력을 주제로 예비교사 대상 3차원 가상세계에서 활동을 수행한 결과 예비교사들이 학교폭력에 대한 지식 향상과 더불어 자기 효능감을 향상시키는 데 도움을 준다는 것을 확인하였다.

요컨대, 기존 이러닝에서는 교수자의 지식 및 정보 전달 중심의 접근이 이루어져 학습자가 학습 내용을 습득하는 수동적인 학습 태도를 지닐 수 있지만 가상현실을 사용하는 경우 학습자는 역동적인 활동과 구체적인 지식 및 기술 습득이 가능하다. 또한, 교수자는 가상현실 기술로 구현된 물체 또는 환경에서 학습자에게 보다 능동적이고 흥미로운 학습이 이루어질 수 있다(Wang & Wu, 2010). 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션은 사람, 구조물, 가구, 장비 등의 물리적인 물체를 현실적으로 묘사하여 상황이나 장면들을 구현함과 동시에 시뮬레이션을 활용함으로써 사용자에게 구체적인 경험의 제공이 가능하다. 교육적 활용에 있어서 가상현실은 안전하고 반복적 훈련이 가능하며 숙련된 기술 향상 등이 이루어질 수 있는 교육용 시뮬레이션과 결합하여 효과적으로 활용할 수 있다. 사용자로서 학습자들은 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 활용하여 시각뿐만 아니라 청각 등의 인간의 감각에 기반한 접근이 이루어져 특정 상황이 포함된 학습 과정 등에 대한 정신 모델을 구축할 수 있다(Burkle & Kinshuk, 2009).

다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 중요성과 효과

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 기존 이러닝에서의 지식 전달 중

심의 한계점을 극복할 수 있으며 보다 효율적이고 유의미한 학습을 가능하게 한다는 측면에서 중요하다고 볼 수 있다. 실제에서 발생 가능한 현상에 대해 반복적인 연습이 가능할 뿐만 아니라 즉각적인 피드백이 제공됨으로써 개념뿐만 아니라 실천적인 지식을 학습하는 데 도움이 될 수 있기 때문이다(Aggarwal, Black, Hance, Darzi, & Cheshire, 2006; Aggarwal, Moorthy, & Darzi, 2004; Merchant et al., 2012). 교육적 맥락에서 가상현실 기반 시뮬레이션 교육 콘텐츠는 실제 세계에서 중요성을 지니는 현상에 대해 위험 및 비용 등의 한계로 적용하기 어려운 현상을 구현할 수 있을 뿐만 아니라 추상적인 개념을 보다 현실적으로 학습하는 데 도움이 된다. 또한 상황을 보다 현실적으로 구현하여 실제성을 향상시킬 수 있으며 맥락이 지니는 민감성을 보다 실제적으로 반영할 수 있는 가능성을 지닌다(Klopfer & Squire, 2008; Klopfer, 2008).

가상현실 기반 시뮬레이션에 대한 주요 연구는 크게 세 가지 측면으로 구분하여 볼 수 있다. 첫째, 다양한 맥락에서 가상현실 시뮬레이션의 적용 가능성 탐색이 이루어지고 있으며 주로 치대, 의대, 공대 등에서 보다 활발하게 적용되고 있다. 소요환(2016)은 생명공학 분야에서의 박테리아 종류 분석을 통한 과학적 개념과 기술을 학습하기 위해 가상현실 시뮬레이션을 적용하였다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 해저환경의 주요한 요인을 탐색하고 해저 세계를 경험하는 측면에서 활용되고 있다(Kim, Jeong, Kang, & Kim, 2006). 화재 등 위험 상황을 효과적으로 대처하기 위한 시나리오를 기반으로 한 가상현실 진압 시뮬레이션 콘텐츠를 개발하여 소방 훈련 등에 활용하고 있다(Xu et al., 2014). Duburguet와 King(2015)은 항공 분야에서 조종사의 전문성 개발 훈련을 위한 효과적인 방안으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 활용하였다. 특히, 의학교육에서의 가상현실 시뮬레이션은 점차 확산되고 있다. 질병 발생에 따른 대처 훈련(Ingrassia et al., 2015; Pucher et al., 2014), 환자의 돌발 행동에 대한 대처 및 안전 교육(Arora et al., 2014; Brewin, Ahmed, & Challacombe, 2014)뿐만 아니라 수술 절차에 대한 교육(Cates, Lönn, & Gallagher, 2016) 등을 포함하여 임상 훈련에 보다 다양

하게 적용되고 있는 상황이다. 이 외, 군 맥락에서 전투 훈련을 위한 방안으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 활용되고 있다(Allen & Demchak, 2011). 인문 및 사회과학 계열에서는 현장 경험을 대체하는 측면에서 관련 적용이 시도되고 있다. 유승범과 류지현(2017)는 기존 2차원적 수업 시뮬레이션의 한계를 고려하여 보다 실제적인 수업문제 행동에 대한 교사교육을 위한 예비교사 대상의 가상현실 수업 시뮬레이션을 개발하여 이를 적용하였다. 신규 도시 개발을 효과적으로 예측 및 분석하기 위해 가상현실 시뮬레이션을 활용한 도시 경관 탐색 및 정책 수립에 활용되고 있다(장문현, 2005)

둘째, 가상현실 기반 시뮬레이션을 구현하기 위한 기술적 요소와 이에 대한 특성을 탐색하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다(Dimitropoulos, Manitsaris, & Mavridis, 2008; Moreno & Mayer, 2002). 이는 가상현실이 일반적으로 다양한 기술적 요소를 포함하고 있기 때문이다(Li et al., 2018). 가상현실을 매력적으로 구현하기 위해서는 디스플레이, 센서 및 사용자가 가상 세계와 상호작용하는 수단으로서 입출력 장치를 포함한다. 더 많은 정보를 처리할 수 있는 하드웨어와 그래픽 가속기, 고속 통신 네트워크 등 기술적 요소를 통해 실시간 다양한 사용자의 접속이 가능하며 시뮬레이션 및 디스플레이를 안정적으로 활용 가능하다(Kim, Wang, Love, Li, & Kang, 2013).

특히, 가상현실 시뮬레이션에 주로 활용되는 인간의 감각은 시각인 점을 고려하여 볼 때, 2차원적 물체에 색상, 음영 등을 고려하여 보다 사실적으로 표현하기 위한 렌더링(rendering) 기술은 중요성을 지닌다(김용완, 박진아, 2010; 황호진, 문두환, 2010; Martín-Gutiérrez et al., 2017). 현실에서의 상황 혹은 특정 물체를 가상현실에 구현함에 있어 렌더링을 통한 이미지의 충실도(fidelity)에 따라 사용자가 인식하는 현실감은 상이할 수 있기 때문이라고 볼 수 있다.

셋째, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 지니는 효과성에 대한 경험적 연구가 이루어지고 있다. Seymour(2008)은 의과대학 학습자의 수행 능력 측면에서 전통적인 교수학습방법으로 훈련을 받은 학습자와 가

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 적용한 학습자를 비교한 결과, 가상현실 시뮬레이션을 통해 학습이 이루어진 학습자가 기술을 보다 효율적으로 습득하였으며 반복적인 훈련이 가능함에 따라 실제 수행에서의 오류 발생 횟수가 감소함을 확인하였다. 의과대학에서 비교 연구를 수행한 Rowe와 Cohen(2002), Gerson과 Van Dam(2003)의 연구에서도 유사한 결과가 도출되었다. 학습자들은 가상현실 교육 시뮬레이션을 통해 반복적인 훈련을 수행한 결과 실제에서 보다 더 정확하게 해당 기술을 적용한 것이다.

국내에서도 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 효과에 대한 연구가 이루어지고 있다. 박소연과 동료들(2013)은 자동차 정비 절차를 효과적으로 훈련하기 위한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 개발하였다. 실제 자동차의 엔진을 분해하고 이를 조립하는 과정을 기반으로 설계된 시뮬레이션 훈련 시스템은 사용자가 활용하는 부품과 도구에 대한 정보가 화면에 나타남과 동시에 각 단계별 분해 및 조립 활동을 실제로 해보게 함으로써 학습자의 참여를 유도하였다.

가상현실과 기존 일반 형태의 비디오 시뮬레이션 게임을 비교한 결과 실재감과 학습 효과, 학습 지속성, 학습 전이 측면에서 유의미한 차이가 나타났다(배재한, 노기영, 2014). 가상현실 기반의 콘텐츠는 보다 사실적인 환경과 피드백, 다양한 멀티미디어 요소를 포함하고 있기 때문에 사용자에게 보다 현실과 유사하다는 실재감을 향상시키며 지식 및 기술 습득이 더 효과적으로 나타난 것이다. 또한 가상현실 시뮬레이션에 반영된 현실감과 흥미로 인해 사용자의 능동적 참여를 유도하였으며 가상현실 시뮬레이션이 제공하는 실제와 유사한 공간감과 시야 등의 현실적 환경은 실제에서의 학습 내용이 보다 유용하게 적용될 수 있는데 영향을 미친다.

이성태, 이향아와 양호일(2007)은 기존 원격 교육 수업의 일방적 수업 진행 방식의 한계점을 언급하면서 이를 극복하기 위한 방안으로 가상현실 시뮬레이션을 활용 원격 강의 교육 콘텐츠를 설계하였다. 특히, 수업 진행 단계별로 보다 학습자의 동기 유발과 참여 향상을 위해 3차원 그래

픽의 활용, CAI를 활용한 실습 등을 활용함으로써 학습 내용의 적용과 활동을 도모하였다. 하지만 이는 최근의 가상현실의 발전 기술을 반영하기보다는 기존 이러닝 형태에서 3차원 그래픽의 활용과 다소 단순한 형태의 실습을 통한 직접적인 활동이 이루어지는 것으로 시뮬레이션의 여러 특징을 반영하지 못한 한계를 지닌다.

황주희와 김현정(2014)은 간호교육 맥락에서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 활용한 집단과 기존 전통적인 마네킹을 활용한 집단에서의 정맥 주사 실습 교육을 실시하여 비교 분석한 결과, 가상현실 교육 시뮬레이션 콘텐츠를 활용하는 경우 혈관, 피부에 대한 현실감이 높아 학습에 대한 만족도가 높았다. 하지만 특정 하나의 결과로 수렴되는 시나리오의 제약으로 인해 교육과정이 다소 제한되어 있어 현실적이지 못하는 한계점을 지닌다.

한편, 이상의 긍정적 검토와 동시에 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 대한 걱정과 우려 또한 존재한다. 가상현실 시뮬레이션을 적용한 학습자 집단과 전통적인 교실에서의 학습자를 비교한 결과 학습 결과에 유의미한 차이가 나타나지 않았다(Ahlberg et al., 2002). Holmes(2007)은 생태 개념 학습과 관련하여 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 적용한 그룹과 그렇지 않은 그룹 간의 차이를 비교 분석한 결과 학업 성취도 측면에서 큰 차이가 나타나지 않은 것을 확인하였다. Minogue와 동료들(2006)의 동물 세포 분석에 대한 가상현실 시뮬레이션 적용에 있어서도 유사한 결과가 도출되었다.

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 대한 긍정적인 검토에도 불구하고 이상의 문제점들이 지적되고 있는 원인은 이에 영향을 미치는 현실성, 실제성 등의 요소를 제대로 고려하지 못하였으며 이를 반영한 효과적인 콘텐츠 설계가 이루어지지 않다는 점이다(황주희, 김현정, 2014; Andersen, Mikkelsen, Konge, Cayé-Thomasen, & Sørensen, 2016; Cook et al., 2013; Dede, 2012). Schreuder와 동료들(2014)은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 주요 고려 사항으로 현실성을 제시하면서 현실성이 낮은 경우 전통적인 교실환경에서의 학습이 가상현실 시뮬레이션

을 활용하는 경우보다 더 높은 학습 효과를 줄 수 있다는 점을 언급하였다. 의학교육 맥락에서 가상현실 시뮬레이션이 실제성을 반영하지 않는 경우 현실과 가상의 괴리가 발생하여 실제 외과 치료 및 수술에 있어서 잘못된 환상을 야기할 수 있다(Kneebone, 2003).

하지만 이의 중요성에도 불구하고 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계함에 있어 이를 구체적으로 안내하는 교육공학적 접근은 미흡한 상황이다. 따라서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 효과적으로 설계하기 위한 종합적인 설계모형을 개발할 필요가 있다.

3. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계

가. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 이론적 기저

가상현실 활용의 이점을 고려하여 의학교육, 항공 등 여러 교육 및 훈련 분야에서의 적용이 이루어지고 있다. 현재 가상현실 시뮬레이션에 한정된 학습이론이 존재하지 않는 상황이지만 학습이 시뮬레이션 상황에서의 활동에 의해 매개된다고 가정하고 있음을 고려하여 접근해 볼 수 있다(Fowler, 2015; Mikropoulos & Natsis, 2011).

가상현실 학습 환경에서 이루어지는 학습을 이해하는 측면에서 구성주의를 고려해 볼 수 있다(Chittaro & Ranon, 2007; Shih & Yang, 2008). Burdea와 Coiffet(2003)는 구성주의 학습이 실제 세계를 반영한 인공물에서의 탐색 및 발견 활동에서의 기저 이론으로 가상현실 등의 테크놀로지가 학습에 어떠한 지원을 할 수 있는지를 탐색하는 데 설명을 제시할 수 있음을 언급하였다. 특히, Huang과 동료들(2010)은 구성주의 관점에서 문제 기반 학습, 협력 학습 등이 가상현실과 관련성을 지닌다고 제시하였다.

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 학습은 실제성을 반영한 다소 비 구조화된 문제를 탐색하고 이를 해결하는 과정이 강조되고 있다고

볼 수 있다. 문제 기반 학습은 주로 실제 현장에서 발생하는 구조화되지 않은 문제를 다루는 문제-해결 과정을 강조한다. 학습이 이루어지는 과정에서 교수자는 주로 촉진자로서 역할을 수행하면서 학습자를 지원하며 학습자는 다양한 정보를 탐색하여 문제를 해결하는 활동을 수행한다(Hmelo-Silver & Barrows, 2006). 구성주의 학습 환경에서 학습자는 문제를 해결하려는 시도를 통해 학습이 이루어진다(Jonassen, 1997). 또한, 이상의 상황 학습에서 강조하는 것처럼 학습은 우리의 삶과 분리될 수 없다. 따라서 학습은 문제를 둘러싸고 있는 문맥적 요소를 탐색하면서 이루어지는 것이다. 현실 세계에 존재하는 것과 유사한 문제를 기반으로 학습이 이루어지는 것은 유의미한 학습이 이루어질 수 있다. 가상현실 시뮬레이션에서의 학습은 사용자가 제시된 문제를 여러 측면을 이해하고 이를 분석함으로써 발생한다. 궁극적으로 사용자가 문제를 탐구하고 이를 해결하는 과정을 통해 역동적으로 지식을 구성할 수 있다(Wollensak, 2002).

협력 학습 측면에서는 학습을 지원하는 가상현실 테크놀로지의 활용으로 인해 학습자에게 사회적 스캐폴딩을 제공할 수 있으며 학습자와의 상호작용이 가능하다. 사용자는 다른 대상과 상호작용이 이루어질 때 효과적인 학습이 이루어질 수 있다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 사용자는 아바타를 통해 시뮬레이션 활동을 수행하면서 다른 존재를 인식한다(Sherman & Craig, 2003). 특히, 시각과 촉각 등 인간의 감각을 기반으로 접근이 가능한 가상현실에서의 교육 시뮬레이션은 가상현실 시뮬레이션 내 존재하는 다른 대상 혹은 아바타, 에이전트와 직접적 조작을 통해 상호작용이 가능할 뿐만 아니라 피드백을 통해 학습 활동에 대한 스캐폴딩을 지원 받을 수 있으므로 협력적 활동이 가능하다(Hodge, Tabrizi, Farwell, & Wuensch, 2008; Sherman & Craig, 2003).

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 자기주도 학습과도 밀접한 관련성을 지닌다고 볼 수 있다. 자기조절학습은 학습 목표 설정, 학습 진행 점검 등의 측면에서 학습자의 능동성을 강조한다(Zimmerman, 1994). 학습자가 지식을 이해하고 이를 구성함에 있어 능동적인 탐구 과정을 중요

하게 고려한다. 특히, 학습자가 학습 목표를 이해하고 문제를 해결함에 있어 교사 또는 특정 환경에서 제공하는 피드백은 중요한 요소로 고려된다. 가상현실 시뮬레이션은 자기 주도 학습에 필요한 자원을 설계하여 제시함과 동시에 학습자의 수준과 난이도 등의 요구를 고려한 설계, 반복적인 수행과 이에 대한 피드백을 제공할 수 있다. 교수자의 설명 중심이 아닌 학습자가 무엇인가를 수행할 수 있도록 이를 유도 및 지원해야 한다.

이상의 몇 가지 구성주의적 학습 이론은 가상현실에서 사용자 활동 측면의 기저 이론으로서 관련성을 지닌다고 볼 수 있다. 하지만 무엇보다 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 실제 상황의 모방을 통해 이루어지며 학습에서의 인지와 신체적 활동이 통합되어 이루어진다(Falconer, 2013; Hale & Stanney, 2014; Hu-An & Lee, 2017). 이 점을 고려할 때, 무엇보다 체화된 학습이론과 상황학습은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 있어 상당히 밀접한 관련성을 지닌 이론이라 볼 수 있으므로 이에 대한 내용을 정리하면 다음과 같다.

1) 체화된 학습 이론

가상현실은 학습에 있어서 사용자의 능동적이고 적극적인 참여를 기반으로 한다. 실제적인 사용자 조작에 의하여 학습이 이루어지므로 보다 몰입된 학습 경험이 가능하다. 학습 경험은 학습자가 특정 활동에 참여하여 얻게되는 경험으로(Driscoll, 2000) 이는 학업성취도 등의 인지뿐만 아니라 정의적 영역에 있어서 상당히 중요한 요소이다.

체화된 학습 이론은 기존 전통적인 인지심리학 분야에서 인간의 정신 과정은 신체 활동과 구분되어 이루어진다는 이원론적인 접근의 한계를 비판하면서 등장한 인지과학 이론 중 하나이다(Wheeler, 2005). 이는 신체적 활동을 통한 감각정보는 정보처리 전 과정에 영향을 줄 수 있음을 반영한다(Ackerman, Nocera, & Bargh, 2010; Noe, 2004). 즉, 여러 자극과 정보에 대해 사용자는 신체적 활동을 기반으로 한 감각기관에서 받

아들이고 인지 영역과 함께 이에 대한 해석이 이루어진다는 것이다. 사고, 생각, 정신 등의 인지 영역은 인간의 감각을 지닌 몸이라는 신체 활동에 기반하므로 이는 학습 경험 측면에서 중요한 역할을 수행한다.

이상의 체화된 학습 이론의 특성을 고려하여 볼 때, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 콘텐츠의 내용을 제외하고 크게 다음과 측면에서 원리를 확인해 볼 수 있다. 먼저, 사용자가 가상현실 도구를 활용하여 작동을 하는 경우 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션 화면에서 이에 대한 입력과 반응이 나타나야 한다. 사용자가 가상현실에서 어떠한 행동을 취할 경우 가상현실 내에 구현이 되어야 하는 것이다. 예컨대, 간접 체험을 위해 사용자가 물건을 들어 다른 곳에 놓거나 입체적으로 둘러보기 위해 전후좌우를 살펴보고자 할 경우 아무 반응도 나타나지 않으면 유의미한 학습 경험이 제공되지 않는다. 이는 사용자와 도구, 그리고 콘텐츠의 상호작용을 통해 사용자의 입체적 탐색·조작을 통한 구현이 이루어져야 한다는 원리의 중요성을 지닌다.

다음으로 직관적 시뮬레이션 체험이 이루어질 수 있도록 어포던스를 고려해야 한다. 이는 디자인 요소가 사용자의 인지 부담을 야기할 수 있기 때문이다(박태정, 임철일, 김광일, 2012). 사용자가 어떠한 행위를 하게끔 유발하게 하는 것은 디자인 측면에서 어포던스(affordance)를 지녀야 한다는 것을 의미한다(Gibson, 1979). 따라서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 체험이 보다 효과적으로 이루어지기 위해서는 현실에서의 물체를 보다 유사하게 가상현실 내에 구현이 되어야 하며, 사용자가 콘텐츠 내에서 활동 기반의 학습 경험이 이루어질 때 이에 대한 활동 방향성이나 활동에 대한 단서를 제공하는 원리를 지녀야 한다고 볼 수 있다.

2) 상황학습 이론

상황학습 이론은 교육용 시뮬레이션의 목적과 밀접한 관련성을 지닌다. 일반적으로 교육용 시뮬레이션의 목적은 학습자로서 사용자가 문제

해결, 가설에 대한 검증, 체험 학습, 스키마 구성 및 일종의 정신 모델(mental model) 개발에 활용되며 학습에 대한 흥미, 동기 부여 및 참여 촉진에 이루어질 수 있다(Winn & Snyder, 1996, Duffy & Cunningham, 1996). 이상의 효과적인 교육용 시뮬레이션의 설계가 이루어지기 위해서는 맥락과 현장을 반영한 접근이 이루어져야 하는 것이다. 특히, 가상현실을 기반으로 하는 경우 잘못된 설계가 이루어지는 경우 현실과의 괴리가 발생할 수 있으므로 그 중요성은 상당하다.

상황 학습은 Lave와 Wenger (1991)에 의해 제안된 것으로 학습은 실제와 동일하거나 유사한 맥락에서 이루어져야 함을 강조하는 것이다. 유의미한 학습은 일방향적인 지식 전달을 통해 이루어지는 것이 아니라 현실의 맥락적 요소를 반영한 환경에서 이루어진다(Merriam et al., 2006). 다양한 분야에서 상황학습에 대한 이론이 적용되어 효과적인 학습이 이루어지고 있지만 온라인 및 가상 현실에서의 학습, 그리고 시뮬레이션에 있어서 상황학습은 가상과 현실, 현장과 시뮬레이션 사이를 유기적으로 연결시켜 주므로 반드시 고려해야 하는 측면이라 볼 수 있다(De Freitas, 2010; Tamai et al., 2011)

상황학습이 강조하고 있는 주요 개념으로 협력, 실천 공동체(Community of Practice)도 존재하지만 무엇보다 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 있어서는 실제 맥락의 중요성을 고려해야 한다. 상황학습 측면에서 실제 목표를 달성함에 있어 실 생활에서 도구나 인공물, 그리고 그 환경이 지닌 맥락적 특성은 영향을 미치는 핵심 요소이기 때문이다(Henning, 1998). 또한, 효과적인 학습 촉진 및 경험이 이루어지기 위해서는 현실에 대한 면밀한 분석을 통해 특성이 반영되어야 하며 핵심적인 요소를 중심으로 일부 요소가 단순화되는 과정을 필요로 한다. 충실도(fidelity)를 지닌 교육용 시뮬레이션 설계가 이루어지기 위해서는 실제 상황에서 존재하지 않는 주의 집중에 방해하는 요소들을 제거하고 맥락에서 중요시하는 핵심적 요소를 반영해야 하기 때문이다(Alessi & Trollip, 2001; Moore et al., 1996).

나. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 요소

학습이 이루어지는 환경에서 학습 내용을 실제로 작동해보는 시뮬레이션 활동은 긍정적인 학습을 제공하는 방안이다. 시뮬레이션은 시나리오를 활용함으로써 현실 세계에서 발생 가능한 문제를 반영함과 동시에 학습자 참여와 활동을 통해 유의미한 학습을 지향한다고 볼 수 있다. 특히 가상현실은 기존 전통적인 시뮬레이션보다 실제적인 환경을 구현 가능하다. 가상현실 환경은 현실과 상당히 유사하게 구현함으로써 사용자에게 실제와 유사한 경험을 제공하여 실재감 제공이 가능한 것이다. 효과적인 설계가 이루어진 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자에게 유의미한 학습 경험을 제공할 수 있다. 가상현실 기반의 시뮬레이션에서 사용자는 다양한 감각적 요소를 활용하여 구체적인 활동이 이루어질 수 있으므로 효과적인 설계가 이루어진다면 긍정적인 학습 효과를 제공할 수 있다(임창주, 김주현, 정윤근, 2011).

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 보다 효과적으로 운영되기 위해서는 가상현실을 구현하는 장비 및 시뮬레이터 등의 도구 그 자체도 중요하지만 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 어떻게 구성할 것인가에 대한 설계와 학습 지원 측면을 중점적으로 고려해야 한다(Seymour, 2008). 그렇다면 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 학습 효과를 나타내기 위해서 어떠한 설계 요소를 고려해야 하는가?

가상현실 시뮬레이션을 구성하는 요소에 대해 Appleman(2005)는 사람, 장소, 사물에 대한 표상 정도에 해당하는 가상성, 어포던스와 인프라 측면에서의 구조와 환경을 포함한 물리적 구조 및 배경, 활동에 대한 공간적, 시간적 요소, 다른 사람 혹은 시스템과의 상호작용, 시각, 청각, 촉각, 후각 등의 감각 기반의 참여를 강조하는 감각적 몰두, 움직임에 대한 이동성, 시간 흐름 총 여덟 가지 요소를 강조하고 있다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 다소 복잡성을 지니고 있는 것이다. 하지만 이는 다소 일반적인 수준에서 구성요소를 제시한 것으로 이를 어떻게 설계에 반영해야 하는지에 대한 구체적인 방안은 제시하지 못한다는 제한점을

지닌다.

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 효과적으로 설계하기 위한 핵심 요소 중 하나로는 상호작용을 고려해 볼 수 있다. 가상현실 시뮬레이션에서 높은 수준의 상호작용은 가상과 현실을 유기적으로 연결시키는 핵심 요소이다(Mikropoulos & Natsis, 2011). 사용자는 시각뿐만 아니라 청각, 촉각 등의 인간의 감각을 지원하는 입출력 장비 및 기술적 요소로 인해 가상의 객체, 그리고 시스템과 유기적으로 상호작용이 가능하다(Dalgarno & Lee, 2010).

이와 함께 가상의 에이전트(agent) 혹은 아바타(avatar)를 중심으로 한 사회적 상호작용은 중요성을 지닌다. 이는 가상현실뿐만 아니라 다양한 온라인 학습 환경에서 학습자의 학습을 지원하고 동기를 향상시키기 위한 전략으로도 활용되고 있다. Baylor와 Ryu(2003)는 가상현실을 포함한 온라인 학습 환경 기반의 교육용 콘텐츠에서 인간과 유사한 아바타의 활용이 긍정적인 학습 경험을 유도하고 학습 동기를 부여하는 효과를 줄 수 있는 핵심 요소로 제안하였다. 교육적 에이전트는 학습자에게 질문을 하고 피드백을 제공해 줌으로써 학습자들이 보다 적극적으로 학습을 이해하고 심층적인 추론을 가능하게 한다(임철일, 박복미, 송승훈, 2006). 특히, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 에이전트는 학습 방향을 유도하고 이를 안내할 뿐만 아니라 다양한 활동을 유발할 수 있는 전략 중 하나이다(Kim & Baylor, 2016). 가상의 교육적 에이전트 및 아바타와의 상호작용을 통해 사용자는 자신의 생각과 사고를 표상할 수 있다(Hew & Cheung, 2010).

또 다른 설계 요소로 피드백은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계함에 있어 중요성을 지닌다. 가상현실 기반 시뮬레이션 콘텐츠의 주요 특징 중 하나는 사용자의 직접적 조작 및 작동을 통해 가상 환경에서의 시뮬레이션이 이루어지는 것이며 이에 따른 반응이 제공된다는 점이다(김용완, 박진아, 2010; Kim, Rattner, & Srinivasan, 2004). 이를 위해 최근 햅틱 기술 등을 활용하여 사용자에게 현실적인 피드백을 제공하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 햅틱(Haptics)은 학습자가 실제 물체를 감

지하고 그 물체를 사실적으로 조작 가능하게 하기 때문이다(van der Meijden & Schijven, 2009). 또한, 피드백은 상호작용과도 밀접한 연관성을 지닌다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 활용하는 경우 사용자는 입출력 장치 등을 통해 자신의 활동, 움직임을 가상현실 시뮬레이션에 전송하고 이에 대한 즉각적인 피드백을 필요로 한다(Gallagher et al., 2005). 자신이 수행한 행동에 대한 형성적 피드백과 학습이 종료된 후 전체 과정에 대한 피드백의 제공은 최적의 학습을 유도한다. 또한, 난이도 수준의 상이성을 고려하여 볼 때, 각 수준별 피드백이 상이하게 제공되어야 가상현실에서의 시뮬레이션이 훈련 및 학습에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 현실성과 실제성 등의 요소는 사용자가 인식하는 가상 실재감에 있어서 핵심적인 요소로 중요성을 지닌다. 일반적으로 가상 실재감은 사용자가 느끼는 심리적 상태로 교육용 시뮬레이션 등을 활용한 가상현실에서 마치 사용자가 현실과 동일하게 지각하는 상태이다(Schrader & Bastiaens, 2012). 무엇보다 가상현실이 교육적 효과를 나타내기 위해서는 현실과 얼마나 유사한 사용자의 지각적 상태를 유발할 수 있는지가 영향을 미치므로(안희두, 서만호, 이순천, 정희경, 2018; Schuemie, Van Der Straaten, Krijn, & Van Der Mast, 2001) 가상 실재감을 고려해야 한다. 특히, 가상 실재감은 가상의 환경에서 자신을 둘러싼 주변 환경 등 공간적 요소 측면에서 실재를 지각하는 공간 실재감과 현실 세계와 비교하였을 때 자신이 어느 정도 수준으로 실제 상태와 유사하게 존재하는지를 지각하는 사실성, 특정 사건이나 활동에 사용자가 주의력을 집중하게 되는 몰입감을 포함하므로(Schubert, Friedmann, & Regenbrecht, 2001), 효과적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 이루어지기 위해서는 개체, 환경, 그리고 활동에 대해 사용자가 현실과 동일하게 인식할 수 있는 실제성 수준이 고려되어야 한다.

교육이 이루어지는 현실성은 맥락 등을 포함하여 다양한 요소가 통합되어 있는 복잡한 특성을 지닌다. 현실성(reality)은 분야별로 다양한 해

석이 가능하지만 일반적으로 사실성과 실제성을 의미한다(Shapiro & Chock, 2003). 이는 실제 우리가 살고 있는 현실을 컴퓨터 등의 테크놀로지를 통하여 마치 실제 사건 혹은 공간과 동일한 것을 반영하는 수준으로 물리적 및 인지적 측면을 모두 포함한다(Shapiro & Kim, 2012). 물리적 측면에서의 현실성은 현실에서 접하게 되는 특정 사물이나 환경의 형태, 표면, 색채, 상태뿐만 아니라 시나리오가 반영됨에 따라 상황적인 요소를 포함한다고 볼 수 있다. 특히 가상현실에서 물리적 현실성을 통해 사용자들은 충분한 감각적 요소와 단서를 활용하여 이를 보다 현실적으로 체험할 수 있다고 볼 수 있다. 물리적 현실성을 반영한 가상현실 시뮬레이션이 설계된다면 사용자는 정보 탐색 등에 있어서 다방면과 깊이감을 고려한 접근이 가능하여 정보 탐색과 분석적 활동을 수행할 수 있다. 따라서 물체 구현 및 배치 등을 포함한 시각적 표현이 공간적인 요소와 시나리오를 기반으로 한 상황적 요소를 적절하게 구성해야 한다. 물리적 측면에서 3차원 그래픽 혹은 이에 상응하는 시각적 요소를 포함한 인간의 감각과 정확성은 현실성을 향상시키는 데 영향을 미치기 때문이다(김경훈, 2005). 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 컴퓨터를 기반으로 가상을 구현하기 때문에 대상물과 상황을 포함한 환경에 따라 긍정적 혹은 부정적 경험을 제공할 수 있다. 따라서 재현되는 상황 혹은 물체들이 현실과 얼마나 유사한지는 중요하다고 볼 수 있다. 실제와 유사한 가상현실의 구현은 현실성과 관련 있는 현존감 향상뿐만 아니라 몰입, 문제 상황에 대한 정확한 인식 및 이해, 주의집중 향상 등을 촉진할 수 있다(김희수, 김여상, 신영숙, 서명석, 2001; 서희전, 2008; 임정훈, 이삼성, 2003)

특히, 상황적 요소는 맥락과 관련을 지니고 있다. 맥락은 실제 현장과 교수학습이 이루어지는 환경을 유기적으로 연결시키는 중요한 요소이기 때문이다(박경선, 나일주, 2011; Kearney & Schuck, 2006). 실제적인 맥락을 고려한 접근은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 상당히 중요하다고 생각된다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 현장의 특수한 상황과 맥락을 반영하여 이를 모방 및 표상하는 것을 기본 전제로 하기 때

문이다. 현실성은 다양한 물리적 환경 특성과 상황 등의 맥락을 반영하는 복합적 특성을 지니므로(Dede, 2009; Klopfer, 2008) 그릇되게 적용하면 현실 왜곡의 문제점이 나타날 수 있는 가능성을 지닌다.

인지적 측면에서는 특정 상황에서 느끼는 정신적인 수준으로 학습 혹은 경험에 의한 친숙성과 정신 모델(Mental modeling) 등과 관련을 지닌다. 개개인은 특정 상황에 대한 경험 유무가 상이하여 친숙함이 다를 수 있다. 특히 현실성에 대한 판단은 현존하는 세계에서의 일종의 정신 과정을 포함하고 있다(Shapiro & Kim, 2012). 가상현실의 환경을 고려해 볼 때, ‘현실세계에서의 적용하는 정신 과정이 가상현실에서 반영되고 있는가?’, ‘현실에서 일어날 수 있는 경우의 수가 가상현실 시뮬레이션에서도 고려되고 있는가?’를 염두해 두어야 한다. 또한 충실도(fidelity) 측면에서 현실성은 학습자에게 제공되는 정보가 현장에서 발생 가능한 측면을 고려했는지에 따라 영향을 미칠 수 있다(Broll et al., 2008; Dahl, Alsos, & Svanæs, 2010). 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 효과적으로 이루어지기 위해서는 학습 환경, 시나리오, 학습 목표, 활동 등과 밀접하게 연관되어야 하므로(Dawley & Dede, 2014) 이에 대한 종합적 고려가 이루어져야 한다.

이상의 가상현실 관련 선행 연구를 통해 확인해 볼 수 있었던 주요 고려 사항과 내용은 다음 <표 II-6>과 같으며 이를 포함한 선행 연구 기반의 설계원리와 지침을 정리하면 <표 II-7>과 같다.

<표 II-6> 선행문헌 고찰을 통한 주요 내용 정리

고려 사항	주요 내용
맥락 및 정수(epitome)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제 현장에서 경험할 수 있는 맥락 탐색 ▪ 현장에서 대상자가 겪는 어려움이 무엇인지 확인 ▪ 사용 대상자에 대한 특성 분석 ▪ 적합한 교육용 시뮬레이션 유형 확인 ▪ 고려해야 할 내용적 핵심 요소 선정 및 전개 시나리오 ▪ 시간과 공간의 변화
현실성 혹은 현실감	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제 환경, 공간, 객체의 특성 ▪ 현실과 유사한 정신 과정 및 경위의 수 ▪ 3차원적 구현
복잡성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 난이도 등을 고려한 단계의 구분화
입체적 탐색 및 조작 (상호작용)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1인칭 시점에서의 주인공 역할 수행 ▪ 탐구 및 실천적 활동 ▪ 실제와 유사한 의견 혹은 대안 선택 ▪ 결과에 따른 자연적 결과 및 상이한 반응 제시
감각 인식 및 방향	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 신체 일부의 제시(가상의 손) ▪ 방향성 안내 기능
정보 혹은 도움 제공	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 특정 객체, 사건에 대한 정보 제공 ▪ 단서 및 힌트 제공
피드백	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 구체적 피드백 내용 제공 ▪ 재 선택의 기회 제공 ▪ 디브리핑을 통한 종합 결과 및 피드백 제시

<표 II-7> 선행문헌 고찰을 통한 설계원리 및 지침 도출

설계원리 및 지침
1. 맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 사건의 맥락과 특징을 분석하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.
1.1. 실제 상황 혹은 현장에서 경험할 수 있는 맥락이 무엇인지를 탐색하게 하라 (박경선, 나일주, 2011; McGrath et al., 2018)
1.2. 실제 상황 혹은 현장 맥락에서 대상자가 어떠한 어려움을 겪는지에 대한 구체적인 사건을 탐색하라(이애영, 2014; 임철일, 2012; Scavone et al., 2010)
1.3. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상에 대한 특성을 분석하라(Lauson et al., 2012)
1.4. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 실험적(experiment)인지 경험적(experience) 유형인지 결정하라(Becker & Parker, 2012)
* 실험적 유형 : 실험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 문제에 대한 구체적인 답이 있는 형태로 사용자의 조작을 통해 지식을 습득함
** 경험적 유형 : 경험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자가 다른 객체(아바타)와의 의사소통 기반의 상호작용을 통해 지식을 습득함
2. 현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.
2.1. 가상현실 환경을 구성하기 위해 시뮬레이션이 반영될 실제 환경을 촬영하라 (김기홍, 서범주, 2017)
2.2. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원적으로 표상한 후 렌더링(rendering)을 통해 3차원적 형태, 표면, 색채, 깊이(depth), 공간감을 표상하라(Cohen et al., 2013; Dede, 2009)
3. 실제적 정수화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 다양한 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 중심으로 모델링하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.
3.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제에서의 핵심적 요소가 무엇인지 확인하게 하라(임철일, 연은경, 2009; Hjelseth, Morrison, & Nordby, 2015)
3.2. 현실에서의 복잡성을 핵심적 요소에 따른 시간적 및 공간적 변화에 따라 단순화 하라(Lindgren et al., 2014)
3.3. 시간 및 공간적 변화가 반영된 이야기 형태의 시나리오를 구성하기 위해 일련의 절차가 포함된 흐름도(flow chart)로 나타나게 하라(van der Voort & Tideman, 2008)
3.4. 일련의 핵심 내용이 포함된 스토리보드를 구현하여 개념적으로 설계하라 (Lemheney et al., 2016; Kirkley, Tomblin, & Kirkley, 2005)

설계원리 및 지침

4. 복잡성 수준 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하고 이를 반영한다.

4.1. 전체 단계가 복잡한 경우 이를 단계별로 구분하라(임철일, 2012; Reigeluth & Schwartz, 1989)

5. 입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 입체적 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.

5.1. 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건(trigger event)를 설정하라(Brown, 2017)

5.2. 가상현실 기반 시뮬레이션에서 사용자는 1인칭 시점에서 사건에서 주인공 역할로 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하라(백영균, 2010; 이지현 외, 2015; Havranek, et al., 2012)

5.3. 의견(대안) 선택 전 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색 혹은 조작하도록 하라(Adamovich et al., 2009; McMahan, Kopper, & Bowman, 2015)

5.4. 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라(편석준 외, 2017; Bahar et al., 2013; Freina & Ott, 2015)

5.5. 주어진 상황에 대한 사용자의 의견 반영 및 선택으로 인해 상이한 결과가 나타나게 하라(Bahar et al., 2013)

5.6. 대안 선택으로 인하여 결과가 제시될 경우 시각뿐만 아니라 청각적 요소를 통해 추가적인 설명과 정보를 제공하라(Wissmath et al., 2010)

6. 감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.

6.1. 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라(전찬규, 김민규, 이지원, 김진모, 2017; McMahan, Kopper, & Bowman, 2015)

6.2. 구체적인 방향성을 안내하는 가이드(방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라(Appleman, 2005; Darken & Peterson, 2014)

7. 자율성 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 도움을 제공한다.

7.1. 사용자에게 특정 물체나 사건에 대한 주요 정보를 제공하고자 하는 경우 이를 나타내는 표시를 제시하고 이를 직관적으로 바라보았을 때 특정 부가 정보가 제시되게 하라(한종성, 이근호, 2015)

7.2. 사용자가 시뮬레이션 진행 혹은 방향 등에 복잡하거나 어렵다고 인식하는 경우 도움을 제공할 수 있는 단서를 제공하라(고일선 외, 2010; 임철일, 2012; Gabbard & Hix, 2013)

설계원리 및 지침

8. 결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.

8.1. 잘못된 선택을 하게 되는 경우 무엇이 잘못되었는지에 대한 즉각적이고 구체적인 피드백을 제공하라(구정훈, 임형준, 강윤주, 2014; 최승연, 박재완, 2017)

8.2. 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라(임철일, 연은경, 2009; Cook et al., 2013; Wang et al., 2010)

8.3. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라(Cho, Yim, & Paik, 2015; Cheong, 2010)

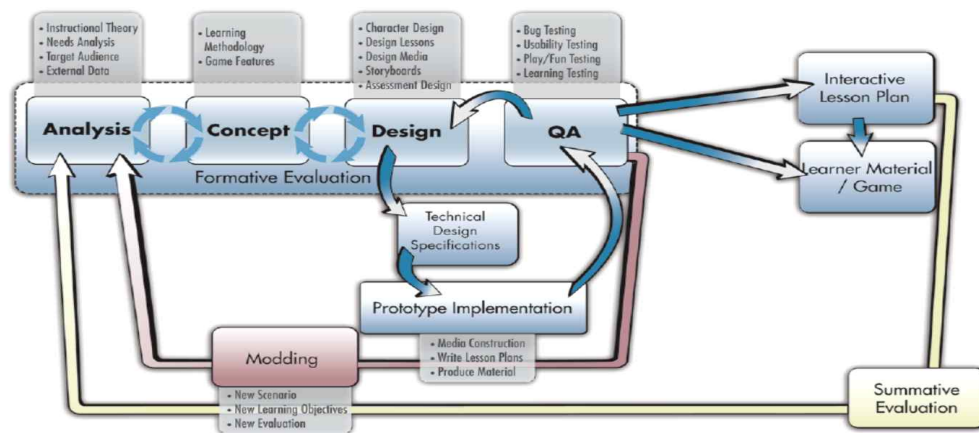
다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형

가상현실의 중요성을 고려하여 일부 연구에서 효과적인 설계를 위한 접근이 시도되고 있다. Lemheney와 동료들(2016)은 가상현실 환경과 시나리오 개발을 위한 설계 틀(framework)을 제시하였다. 크게 현실에서 발생하는 문제 상황으로부터 세부 사례 도출, 시나리오의 구성, 스토리보드 형태의 프로토타입 개발, 스토리보드의 실제 구현과 점검, 최종 도출 형태가 포함된다.

이성태, 이향아, 양호일(2007)은 사이버대학의 원격교육을 위한 3차원 시뮬레이션 교육 콘텐츠를 개발하였다. 3차원 가상 시뮬레이션 콘텐츠 설계를 위해 기존 과정에 대한 분석, 학습자 특성 확인 등을 포함한 요구 분석, 학습 목표 수립과 대상자 범위 선정, 콘텐츠 운영에 대한 순서화, 세부 내용 등이 포함된 과정 설계, 프로토타입의 개발과 실제 콘텐츠 개발, 검토 및 테스트 등의 단계를 제시하였다.

Becker와 Parker(2012)는 ADDIE 모형을 기반으로 디지털 환경에서의 시뮬레이션 및 게임 설계를 위한 절차를 제시하였다. 이는 크게 목적 및 목표 분석, 대상자 등을 포함한 요구 분석이 이루어지는 발견(discovery), 설계를 위한 현장에서의 자료 수집이 이루어지는 연구 및 준비 단계(research and preparation), 메시지, 인터페이스, 피드백을 포함한 평가, 전체 설계의 방향을 확인할 수 있는 개요도 설계(design), 개념적 형태로 구현하는 개념 모형 개발(create conceptual model), 실제 적용이 가능한 수준의 개발과 실제 시뮬레이션 전환이 이루어지는 작동 모형 개발(create operational model), 최종 점검(final testing) 단계를 제시하였다. 특히, 설계 단계에서 콘텐츠 설계의 핵심 방향을 확인할 수 있는 개요도 등의 설계를 통해 범위와 영역 등을 확인하는 점, 구체적인 스토리보드 개발이 이루어지는 작동 모형 개발은 전체 설계 및 개발 단계의 핵심적 절차로 볼 수 있다. 이와 함께 설계 및 개발 과정 전반에 있어 프로토타입의 개발을 통한 사용성 평가가 지속적으로 이루어지는 특성을 강조하고 있다.

교육용 시뮬레이션과 유사한 개념 중 하나인 혼합 현실(mixed reality)에서의 기능성 게임(serious game)을 지원하기 위한 요소가 무엇 인지를 기반으로 모형을 제시한 Kirkley, Tomblin과 Kirkley(2005)는 기존 ADDIE 모형의 경우 가상현실 시뮬레이션의 복잡성을 반영하지 못하는 한계점을 지닌다는 것을 언급하면서 아래와 같은 설계모형을 제시하였다.



[그림 II-8] 혼합현실에서의 기능성 게임 설계모형
(Kirkley, Tomblin, & Kirkley, 2005)

이는 프로토타입의 개발의 반복적이고 순환적인 과정을 거쳐 보다 정교화된 기능성 게임을 설계 및 개발하기 위한 단계를 제공하는 데 의의를 지닌다고 볼 수 있다. 또한, 설계 단계 후 기술적 설계의 구체화를 통해 구현이 이루어지는 특성을 지닌다. 하지만 보다 세부적인 측면에서 어떠한 교육 목적을 고려해야 하는지, 시뮬레이션 활동을 어떻게 지원할 수 있을지 등에 대한 안내와 지침을 제공하고 있지 않다. 난이도 수준의 다양성 고려, 특정 상황에서 가장 빈번히 발생하는 사건이 무엇인지에 대한 분석, 사용자가 잘못된 접근을 하였을 때 어떻게 해야 할지에 대한 설계를 고려할 필요가 있다(차주환, 하솔, 2018).

이상을 종합하여 볼 때, 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 학습 효과를 나타내기 위해서는 다양한 요소를 고려해야 한다. 가상현실 기반

교육용 시뮬레이션의 설계는 상당히 복잡성을 지니고 있으므로 종합적으로 탐색해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다. 하지만 이상의 가능성에도 불구하고 효과적인 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 구현 혹은 개발하기 위해 어떠한 요소들과 원리를 바탕으로 설계해야 하는지에 대한 종합적 고려가 미흡한 상황이다(Chen & Teh, 2013). 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 효과적인 설계가 이루어지기 위해서는 설계원리의 개발, 그리고 설계원리와 지침들이 실제 설계가 이루어짐에 있어서 어떠한 절차에 따라 접근해야 하는지에 대한 종합적 고려가 필요하다. 가상현실이라는 새로운 환경 혹은 테크놀로지를 기반으로 효과적인 교육 및 훈련이 이루어지기 위해서는 기존 교육용 시뮬레이션보다 복잡한 설계 과정이 요구될 것이다. 요컨대, 다양한 요소들을 종합하여 보다 최적화된 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션 설계에 대한 접근이 이루어져야 한다.

Ⅲ. 연구 방법

본 연구는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리와 구체적인 가이드라인을 포함한 모형을 개발하는 목적을 지닌다. 또한 개발된 모형을 타당화하는 목적을 지닌다. 연구 목적을 고려하여 본 연구는 설계·개발 연구 방법론(design and development research methodology)(Richey & Klein, 2007, 2014)을 적용하여 교수설계에서의 새로운 지식을 생성하고 이를 타당화하였다. 설계·개발 연구는 교수적 또는 비교수적 산출물 및 도구, 그리고 그 개발을 이끄는 새로운 혹은 개선된 모형의 생성에 관한 실증적 기반 확립을 목표로 하는 체계적 접근 방법이다(Richey & Klein, 2007). 이는 경험적 연구로 실증적인 기반의 확립을 지향하며 기존 교수적 해결책을 강조하는 전통적 입장의 한계를 극복하기 위해 비 교수적 해결책을 포함하는 특성을 지닌다. 설계·개발 연구는 크게 산출물 및 도구 연구와 모형 연구로 구분하여 볼 수 있다. 각각의 주요 특징을 정리하면 다음과 같다.

<표 Ⅲ-1> 설계·개발 연구의 주요 특징 (Richey & Klein, 2007)

항목	유형	산출물 및 도구 연구	모형 연구
		초점	특징
		특정 산출물, 프로그램, 프로젝트	모형 개발
주요 연구		<ul style="list-style-type: none"> 특정 산출물 및 도구 설계 개발 프로젝트에 관한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 모형 개발 모형 타당화 모형 사용 연구
연구를 통해 도출되는 결과		특정 산출물 개발 및 이의 사용을 촉진시키는 과정, 조건을 분석함으로써 얻게 되는 내용	새로운 설계, 개발절차나 모형, 이의 사용을 촉진하는 조건 등
		맥락-특수적 결론	↔ 일반화된 결론

산출물 및 도구 연구는 특정 산출물, 도구의 개발 혹은 프로젝트 운

영 등을 통해 이루어진 설계 및 개발 과정을 설명함과 동시에 분석하므로 맥락 의존적인 성격을 지닌다. 반면 모형 연구는 새로운 모형 개발 및 설계와 개발의 일반적인 분석을 지향하여 산출물 및 도구 연구보다 일반화된 결론을 도출되는 특성을 지닌다. 특히 모형연구의 경우 모형뿐만 아니라 설계원리, 전략 등을 개발하는 데 활용될 수 있다(임철일, 2012).

설계·개발 연구 중 산출물 및 도구 연구는 포괄적인 설계 및 개발 프로젝트, 구체적인 프로젝트 단계에 대한 연구, 도구의 설계와 개발이 포함되며 모형 연구의 경우 탐색 주제에 따라 모형 개발, 모형 타당화, 모형 사용에 대한 유형을 포함하고 있다. 이를 정리하여 나타내면 다음과 같다.

<표 III-2> 설계·개발 연구 대표적 유형 (Rickey & Klein, 2007)

산출물 및 도구 연구	모형 연구
<ul style="list-style-type: none"> ■ 포괄적인 설계 및 개발 프로젝트 <ul style="list-style-type: none"> - 교수적 산출물 및 프로그램 - 비교수적 산출물 및 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모형 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 모형 구성요소 개발 - 포괄적 모형 개발
<ul style="list-style-type: none"> ■ 구체적인 프로젝트의 단계 <ul style="list-style-type: none"> - 분석 - 설계 - 개발 - 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모형 타당화 <ul style="list-style-type: none"> - 모형 구성요소 등에 대한 내적 타당화 - 모형의 영향에 대한 외적 타당화
<ul style="list-style-type: none"> ■ 도구의 설계와 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 도구 개발 - 도구 사용 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모형 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 모형 사용에 영향을 주는 조건에 관한 연구 - 설계자의 의사결정 연구 - 설계자의 전문성과 특성에 관한 연구

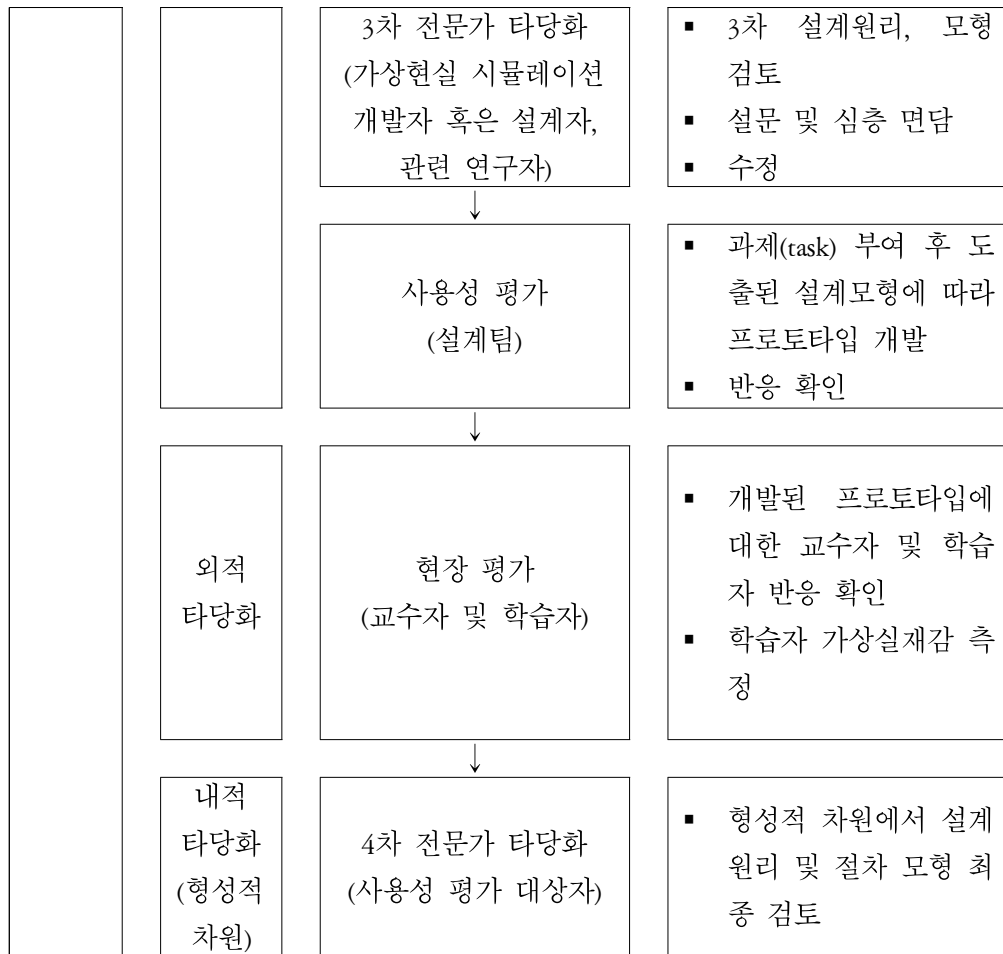
본 연구는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 및 모형을 개발하고 이의 타당화를 목적으로 하므로 모형 연구 중 모형 개발과 모형

타당화에 해당한다. 특히, 설계·개발 연구는 임의로 통제되거나 모의 상황이 아닌 실제성을 반영하는 특성을 지니므로 다양한 자료 수집 방법의 활용이 가능하다. 상세화되고 확정된 연구 절차를 포함하지 않고 연구의 주제와 대상에 따라서 자료 수집 방법과 절차가 적용될 수 있다(임철일, 2012; Richey & Klein, 2007).

모형 연구 중 모형 개발의 경우 사례 연구, 델파이 기법, 생각한 것을 소리내어 말하기(think aloud), 심층면담, 문헌 검토, 구성요소 변인 탐색 등의 연구 방법이 적용될 수 있다. 모형 타당화에서는 실험, 설문, 전문가 검토, 심층 면담 등이 활용 가능하다. 특히 본 연구는 보다 실재를 반영한 접근이 이루어져야 함에 따라 전문가 타당화의 경우 현장에서 실제로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계 혹은 개발한 경험이 있거나 관련 연구를 수행한 대상자로 설정하여 진행하였다. 실제로 이를 수행하고 있는 대상자를 고려함으로써 보다 현실적인 측면에서 검토 의견을 반영하고 구체적인 안내를 제공하고자 하였다. 이를 고려하여 본 연구의 단계별 주요 자료 수집 방법을 정리하면 다음과 같다.

<표 III-3> 연구 단계별 자료 수집 및 분석 방법

연구 유형	방법	세부 내용
모형 개발	<p>선행문헌 고찰 및 기저 이론 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> · 교육용 시뮬레이션 · 가상현실 시뮬레이션 · 현실성 및 실제성 · (가상)실재감 · 디지털 매체 · 3차원 디지털 경험 · 교수설계 등 <p>↓ ↑</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 구성요소 도출 ▪ 초기 설계원리 및 지침 개발 ▪ 초기 절차모형 개발
	<p>전문가 면담</p> <ul style="list-style-type: none"> · 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계자 · 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 개발 경험 교수설계자 · 가상현실 관련 교수자 및 연구 수행 경험이 있는 연구자 <p>↓ ↑</p>	
	사례 분석	
<div>모형 타당화</div> <div>내적 타당화</div>	<p>1차 전문가 타당화 (가상현실 시뮬레이션 개발자 혹은 설계자, 관련 연구자)</p> <p>↓</p> <p>2차 전문가 타당화 (가상현실 시뮬레이션 개발자 혹은 설계자, 관련 연구자)</p> <p>↓</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 초기 설계원리, 모형 검토 ▪ 설문 및 심층 면담 ▪ 수정 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2차 설계원리, 모형 검토 ▪ 설문 및 심층 면담 ▪ 수정



1. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 및 모형 개발

설계의 처방적 성격을 지닌 원리나 모형의 효과적인 개발에 앞서 우선적으로 본 연구를 통해 개발하고자 하는 설계원리 및 지침이 지니는 의미와 수준을 확인해 볼 필요가 있다. 교수설계 분야에서 처방적 성격을 지닌 대표적인 용어로 원리(principles), 전략(strategies), 지침(guidelines)이 존재한다. 이상의 세 가지가 지니는 의미와 수준에 대해서 정리하여 특성을 제시하면 다음과 같다. 먼저, 원리는 추상성을 지닌 수준이다. 요소들의 관계나 수행해야 하는 이유 혹은 근거를 기반으로 추상적인 수준으로 표현한 것(Reigeluth, 1983)으로 변수 간의 인과관계(Lee, 2012)나 당위성(김성욱, 임철일, 2017)을 지닌다. 예컨대, 인간의 뇌는 정서 및 감정의 영향을 받아 인지적 기능을 수행하거나(이지현, 박정은, 2014), 특정 교수 활동과 목표의 효과적 달성을 위해 모바일 테크놀로지를 선택 및 활용하는 합목적성 원리(김성욱, 임철일, 2017)를 통해 확인해 볼 수 있다. 하지만 활용하는 대상자가 원리를 직접적으로 활용하기에는 다소 한계를 지닌다. 전략은 원리보다 다소 구체성을 지닌 수준으로 다양한 맥락에서 활용 가능한 일반성을 지닌다(Lee, 2012). 전략보다 더욱 구체적인 특성을 지니는 지침은 실제 사용자가 실제에 직접적으로 활용 가능한 수준으로 언제, 어떻게 활용할 수 있는가를 명확하게 나타낸다(Lee, 2012; Reigeluth & Carr-Chellman, 2009). MOOC 영상의 효과적인 디자인을 위해 6-15분 길이의 영상을 개발하거나 텍스트의 가독성을 위해 여백을 활용하는 것(최유미, 2018)을 예로 들 수 있다. 또는 지침에 대한 추가적인 해설이나 예시를 제공하여 보다 구체성을 강조할 수 있다(한송이, 2018). 본 연구에서는 원리와 이에 포함되는 지침, 그리고 절차 모형을 개발하는 목적을 지닌다.

<표 III-4> 설계원리, 전략, 지침에 대한 주요 특성

구분	주요 특성
원리(principles)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 추상적 수준의 일반적인 처방 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 변인 간의 관계, 필요성 혹은 이유 등을 기반으로 당위성의 성격을 지님 ✓ 설계의 핵심적 특성이 무엇인지를 함축적으로 나타냄
전략(strategies)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 여러 방법을 통해 다양한 맥락에서 활용 가능하도록 계획된 활동 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 설계의 최종 산출물을 도출하기 위해 어떻게 접근해야 하는지를 고려함
지침(guidelines)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제에서 활용 가능한 구체적 수준의 직접적인 조언이나 지시 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 구체적으로 언제, 어떻게 활용해야 하는지를 안내하거나 예시 혹은 해설을 통해 구체적으로 제시함

효과적인 원리 및 모형 개발 혹은 이론이 구성되기 위해서는 기존 선행 연구에 대한 고찰뿐만 아니라 심층 면담, 경험, 직관, 실제 사례 분석 등을 통해 다양한 측면에서 자료 수집 및 분석이 이루어질 수 있다 (Reigeluth, 1983; Richey & Klein, 2007). 모형에 포함되는 설계원리의 개발은 선행 문헌에 대한 고찰을 통해 원리에 기반이 되는 개념적 구성요소를 도출한 후 구성요소와 원리의 관계성을 고려하여 초기 설계원리 및 지침 개발이 이루어질 수 있다. 하지만 선행 연구 고찰만을 활용하여 자료를 수집하는 경우 현장에서의 맥락을 반영하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 이 점을 고려하여 해당 분야의 전문가에 대한 면담을 실시하거나 구체적인 사례 분석 등의 경험적 측면에서 접근이 함께 이루어졌다. 실제에서의 절차 등이 명확하게 규명되지 않은 경우 심층 면담을 통한 원리와 모형 개발은 경험적 측면에서 효과적인 자료 수집 및 분석을 가능하게 한다(나일주, 이지현, 2011; Creswell, 2009). 본 연구는 현재 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 어떻게 설계하는지에 대한 구체적인 절차가 규명되지 않는다는 점을 고려하였다. 따라서 본 연구에서는 관련

주요이론에 대한 검토를 포함한 선행 연구 분석을 통한 접근과 심층 면담, 그리고 기존 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션 사례 분석 측면에서 자료 수집 및 분석을 수행하여 설계원리와 모형을 개발하였다.

설계원리 및 모형을 개발하기 위해서 본 연구에서는 크게 모형 개발과 모형 타당화 단계를 거쳐 개발이 이루어졌다. 모형 개발 단계에서는 선행 연구 분석, 사례 분석, 전문가 면담, 관련 주요 이론 검토 등의 다양한 측면에서 자료 수집 및 분석을 통해 개념적 구성요소, 설계원리 및 지침, 절차 모형을 도출하였다. 각각에 대한 자료 수집 및 분석 방법을 정리하여 제시하면 아래와 같다.

<표 III-5> 주요 내용별 자료 수집 및 분석

내용	자료 수집 및 분석 방법
개념적 구성요소	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 체계적 문헌 고찰(the systematic literature review)
설계원리 및 지침	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 선행 연구 및 기저 이론 검토 ▪ 전문가 면담 → ▪ 종합 ▪ 사례 분석
절차 모형	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도출한 초기 설계원리 ▪ 설계모형 관련 연구 시사점 → ▪ ADDIE 분석 틀 종합 ▪ 전문가 면담

특히, 절차 모형은 실제적인 과제 수행의 단계와 구체적인 활동을 안내하는 처방적 성격을 지닌다(Richey, Klein, & Tracey, 2011). 절차적 특성을 지니지 않는 설계원리를 기반으로 절차 모형을 개발하기 위해서는 도출된 설계원리의 주요 특성을 고려하여 교수설계의 핵심 단계에 따라 나열 후 종합하는 논리적 과정이 요구된다(Lee & Jang, 2014). 본 연구에서는 초기 절차 모형을 개발하기 위해 Forsyth(1997), Lee와 Jang(2014)의 절차 모형 개발방법을 활용하였다. 특히, 도출된 초기 설계원리 내용, 주요 모형 연구에서 강조하는 특성 및 시사점과 함께 실제적인 측면에서 전문가 면담을 통해 확인된 구체적인 활동을 확인한 후 이를 분석, 설계, 개발, 실행, 평가의 ADDIE 모형의 단계를 고려하여 종합하였다. 설계 단계의 경우 교육용 시뮬레이션의 핵심 요소로 고려되는

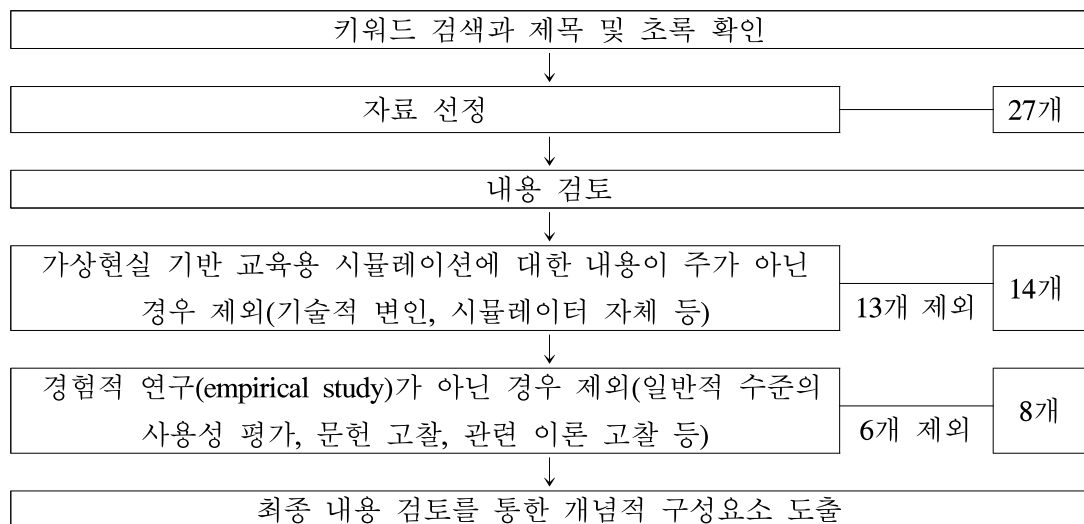
시나리오와 시뮬레이션으로 구분하였다.

이상의 과정을 거쳐 도출한 초기 연구 결과를 정교화하고 보다 최적화하기 위해 모형 타당화 단계가 이루어졌다. 모형 타당화는 크게 전문가 검토, 프로토타입 개발을 통한 사용성 평가를 통한 내적 타당화와 원리와 모형의 적용을 통해 개발한 프로토타입이 학습에 어떠한 영향을 주는지를 확인하기 위해 교수자 및 학습자 대상의 반응을 확인하였다. 자료 수집 및 분석 방법별 주요 내용을 제시하면 다음과 같다.

가. 선행문헌 고찰

개념적 구성요소를 도출하기 위해서는 선행 연구 검토, 현장 전문가 면담 등의 다양한 측면에서 자료 수집 및 분석이 가능하다(Bidwell & Jensen, 2004). 그 중 체계적 문헌 고찰을 통한 접근은 구성요소를 도출함에 가장 일반적으로 사용되는 방법이다. 특히, 선행 연구를 검토함에 있어 해당 분야에서의 경험 과학적 연구로 한정하여 접근하는 것은 핵심적 요소를 체계적으로 검토하고 도출할 수 있다(Mendoza & Jung, 2017). 이 점을 고려하여 본 연구에서는 교육공학, 교수설계, 콘텐츠 측면에서의 동료 평가가 이루어진 국내외 주요 학술지로 한정하여 접근이 이루어졌다. 약 10년(2009년부터 2018년 8월까지) 동안 게재된 연구 논문 중 가상현실 관련 논문을 탐색한 후 초록 검토를 통한 주제 및 내용의 적합성 확인, 적합하지 않은 자료의 제외, 내용 검토를 통해 경험 과학적 연구 이외 자료의 배제, 최종 내용 확인의 순으로 이루어졌다(Kitchenham, 2004). 선정된 학술지는 교육공학연구, 교육정보미디어연구, 한국콘텐츠학회 논문지, Journal of Educational Technology & Society (J-ETS), British Journal of Educational Technology (BJET), Educational Technology Research and Development (ETR&D)이며, 학술대회 자료, 학위논문은 모두 제외하였다. 물론 가상현실이 컴퓨터 과학 분야에서 관련 연구가 활발하게 이루어지고 있지만 대다수 기술적 접근의 특성을 지닌다. 본 연구에서는 기술적 요소가 중점이 아닌 교육적 측

면에서의 효과적인 설계를 통한 교육적 효과성 향상과 지원의 중요성을 지닌다. 이 점을 고려하여 교육공학 및 교육 콘텐츠 영역의 학술지를 선정하였다. 선정된 6개 학술지는 국내·외 교육공학 우수 학술지와 콘텐츠 학술지로 모두 동료 평가(peer-review)가 이루어지며 본 연구 주제와 관련성이 높다. 국내·외 교육공학 학술지는 모두 권위(impact factor)가 높은 수준이다. 키워드는 가상현실 시뮬레이션, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션, virtual reality simulation, 3D virtual reality을 활용하였다. 내용 분석을 위한 적합한 자료인지를 확인하기 위해 이상의 키워드 검색을 통해 제목과 초록을 확인하였다. 이를 통해 적절하지 않은 자료는 배제하였으며 1차로 총 27편의 논문 자료를 선정하였다. 이 후 선정된 자료의 내용 분석을 통해 본 연구 주제의 적합성을 검토하였다. 단순히 기술적 변인, 시뮬레이터 자체에 대한 주요 내용 등을 중점적으로 다루는 논문은 제외하였다. 다음으로 경험 과학적 측면에서 결과에 영향을 줄 수 있다고 제시한 자료 이 외에 일반적인 수준에서 사용성 평가를 실시하거나 문헌 고찰 자료(review paper), 관련 이론적 고찰, 가상현실에 대한 개념 등을 중점적으로 다루고 있는 논문을 제외하였다. 최종적으로 분석한 자료는 총 8개이다.



[그림 III-1] 개념적 구성요소 도출을 위한 체계적 문헌 고찰 과정

다음으로 설계원리 및 모형 개발 측면에서는 보다 종합적인 접근을 통한 선행연구 검토를 실시하였다. 첨단 테크놀로지로 고려되고 있는 가상현실은 복잡성을 지니고 있어 이를 설계함에 있어 다양한 측면을 고려할 필요성을 지니고 있기 때문이다. 또한, 현재까지 대다수의 연구들은 주로 개별적인 요소를 강조하고 있는 한계를 지닌다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 최적화된 설계가 이루어지기 위해서는 총체적인 탐색을 통해 이를 종합할 필요가 있다는 점을 고려하여 포괄적인 선행연구 검토를 실시하였다. 초기 설계원리와 지침, 절차 모형을 개발하기 위해 한국교육학술정보원의 학술연구정보서비스 RISS(<http://riss.kr>), 구글 학술 검색 서비스(<http://scholar.google.co.kr>)를 통해 지속적인 문헌 고찰과 검토가 이루어졌다. 이를 위해 교육용 시뮬레이션 설계 관련 요소, 원리, 전략, 모형 등에 관한 선행 연구를 기반으로 디지털 매체 활용, 현실성, 가상실재감, 3차원적 디지털 경험을 고려하여 ‘어떻게 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계할 수 있을까?’와 관련된 설계원리를 종합하여 이를 가시적으로 나타낼 수 있는 모형을 제시하고자 하였다. 분석 범위에 포함되는 자료는 학술 자료로 본 연구와 밀접한 관련성을 지닌 키워드를 활용하여 영향력, 관련성을 고려하여 학술 논문 자료, 학술대회 발표 자료, 연구보고서, 저서, 박사학위논문으로 한정하였다(Hart, 2001). 선행문헌 고찰에 활용될 주요 키워드는 ‘가상현실 교육용 시뮬레이션 설계’, ‘교육용 시뮬레이션 설계’, ‘시뮬레이션 콘텐츠 설계’, ‘가상현실 구성요소’, ‘현실성’, ‘실재감’, ‘가상 실재감’, ‘디지털 매체’, ‘3차원적 디지털 경험’ 등을 활용하였다.

이상의 선행 연구와 함께 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션이 실제 상황을 기반으로 접근이 이루어진다는 점과 기존 교육에서의 인지적 측면 뿐만 아니라 인지와 신체가 독립적으로 구분되는 것이 아닌 통합되어 학습이 이루어지는 중요성(Falconer, 2013; Hale & Stanney, 2014; Hu-An & Lee, 2017)을 고려하여 기저 이론인 체화된 학습 이론과 상황 학습 이론에서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 적합한 원리를 탐색하였다(<표 II-6> 참고).

나. 전문가 면담

선행 문헌 고찰과 함께 경험적 측면에서 현장의 맥락과 구체성을 반영한 자료 수집 및 분석을 위해 실제 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 설계하는 설계자를 대상으로 면담을 실시하였다. 또한, 실제 설계자 이외 관련 연구를 수행한 연구자, 가상현실 개발 관련 교과목을 운영하는 대학 교수자를 대상으로 면담을 실시하여 실제적인 측면에서 자료를 수집 및 분석하여 이를 반영하였다. 전문가 면담은 총 다섯 명을 대상으로 이루어졌으며 참여한 전문가의 주요 특성을 정리하면 아래와 같다.

<표 III-6> 초기 설계원리 도출을 위한 전문가 면담 대상자 특성

구분	최종학위	경력	소속 기관 및 직위사항	비고
면담자 A	석사 (M.A.)	6년	가상현실 공간 설계 'A' 기업 대표 및 가상현실 기반 시뮬레이션 설계·개발자	<ul style="list-style-type: none"> 문화예술과 융합된 가상현실 콘텐츠 개발 가상공간 관련 다양한 업무 수행
면담자 B	석사 (M.A.)	16년	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 'F' 기업 본부장 및 가상현실 기반 시뮬레이션 설계·개발자	<ul style="list-style-type: none"> 대학 및 병원 등 다양한 맥락에서의 가상현실 교육용 시뮬레이션 개발 업무 수행
면담자 C	박사 (Ph.D.)	15년	'D' 대학교 교수	<ul style="list-style-type: none"> 실감형 미디어 및 콘텐츠 연구 수행 가상현실 관련 연구 수행(시나리오 설계) 아바타 활용 시뮬레이션 관련 연구 수행

구분	최종학위	경력	소속 기관 및 직위사항	비고
면담자 D	박사 (Ph.D.)	13년	‘K’ 대학교 교수	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대학 내 가상현실 체험관 운영 및 설계 ▪ 가상현실 기반 시뮬레이션 개발 관련 교육 (교과목 운영) ▪ 시뮬레이션 콘텐츠 설계 및 개발 연구 수행
면담자 E	박사 (Eng.D.)	17년	‘S’ 대학교 D연구소 선임연구원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가상현실 관련 연구 수행 ▪ 가상현실 기반 시뮬레이션 설계 및 연구 참여

면담에 주로 사용한 질문은 ‘가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 교육적 효과성을 높이기 위해 어떠한 측면에서 접근이 이루어져야 하는가?’, ‘실재감 향상 등 가상현실을 통한 교육용 시뮬레이션이 효과적이기 위해 어떠한 요소가 고려되어야 하는가?’ 이다.

다. 사례 분석

보다 최적화된 설계원리 및 모형이 개발되기 위해 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 현재 상태를 확인할 필요가 있다. 이에 따라 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 실제 사례에 대한 분석이 이루어졌다. 구체적인 사례를 분석함으로써 설계원리 및 모형을 도출하는 데 영향을 미칠 수 있는 요소들을 추정하여 도출하고 이를 반영하고자 하였다. 사례 분석에 대한 대상은 전문가 면담을 통해 추천을 받은 사례 혹은 실제로 운영 중인 사례로 총 여섯 개를 대상으로 분석이 이루어졌다. 분석 대상은 아래와 같다.

<표 III-7> 사례 분석 대상 특성

사례명	주제	운영 기관
CSI Forensics Lab	생체 분석 실험	Labster
CPR(심폐소생술) 시뮬레이션	심정지 사고에 대한 대처 교육	서울 소재 'S' 병원
오펜수처리장 질식 재해 훈련	질식 재해 사고 훈련	국내 'K' 공기업
Public Speaking Virtual Reality Simulation	대중 연설 훈련	eLearning Studios
Emergency Water Landing VR	비행 추락 사고의 구조 교육	University of Udine
모바일 가상학교 VR 콘텐츠	가상학교 기반 청소년 정신건강 진단 및 훈련	과학기술정보통신부

총 여섯 가지 사례에 대해 각각의 사례가 구체적으로 어떠한 특성을 지니는지에 대한 특징 분석을 실시하였다. 각 사례에서 시뮬레이션 활동을 촉진하거나 지원하기 위해 어떠한 핵심적인 특성들을 포함하고 있는지를 중점적으로 살펴 본 후 이를 정리하였다.

2. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 및 모형 타당화

이상의 과정을 거쳐 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형을 도출하고 이의 타당성을 검토하였다. 본 연구에서는 모형 구성요소, 원리, 절차 모형에 대한 내적 타당화와 모형의 영향력을 확인해 보는 외적 타당화를 수행하였다. 내적 타당화의 경우 전문가 검토와 실제 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계자 및 교수 설계자 대상의 사용성 평가를 실시하였다. 외적 타당화는 도출된 모형을 적용하여 일종의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 프로토타입을 개발한 후 이에 대한 반응 검토와 가상실재감을 측정하였다. 각각에 대한 구체적인 내용과 접근은 아래와 같다.

가. 내적 타당화 검토

1) 전문가 검토

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 및 모형에 대한 내적 타당화를 위해 전문가 타당화 검토를 실시하였다. 내적 타당화는 선행문헌 고찰을 통해 도출한 설계원리와 설계모형의 내적 타당도를 검증하는 목적(Johnson & Christensen, 2008)을 지닌다. 도출된 초기 구성요소, 설계원리 및 지침, 절차 모형에 대한 전문가 타당화는 총 네 차례에 걸쳐 이루어졌다. 네 차례 중 4차 타당화는 모형 적용을 통해 프로토타입을 개발한 설계팀을 대상으로 형성적 차원에서 진행하였다.

전문가 타당화를 위한 대상 선정은 연구결과의 질적 향상에 영향을 미칠 수 있는 중요한 측면이다(Streiner & Norman, 2008). 이에 대한 전문성은 연구 실적 혹은 현장에서의 경험을 통해 확인 가능하다(Davis,

1992; Ericsson & Charness, 1994). 특히 본 연구는 실제 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계자의 현장 경험을 중요하게 고려되는 만큼 해당 분야의 연구 경험이나 연구 실적을 지닌 연구자, 실제 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 및 개발자로 한정하였다. 전문가 타당화 대상자의 주요 특성과 참여 시기를 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 III-8> 전문가 타당화 대상자 주요 특징

구분	소속 및 직위	최종 학위	경력 (년)	주요 특성	전문가 타당화 참여		
					1차	2차	3차
전문가 A	F 기업 본부장	석사 (게임공학)	19	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 기반 시뮬레이션 콘텐츠 개발 실적 10회 이상 	●		
전문가 B	A 기업 과장	학사 (교육학)	12	<ul style="list-style-type: none"> 시뮬레이션 콘텐츠 개발 참여 약 5회 이상 	●	●	●
전문가 C	L 기업 대리	학사 (콘텐츠)	8	<ul style="list-style-type: none"> 시뮬레이션 관련 이러닝 콘텐츠 개발 참여 경험 有 	●	●	●
전문가 D	H 기업 사원	학사 (디자인)	8	<ul style="list-style-type: none"> 콘텐츠 디자인 설계 참여 경험 有 	●		●
전문가 E	S 기업 교육 전문가	박사 (교육공학)	15	<ul style="list-style-type: none"> 시뮬레이션 관련 연구 실적 2편 및 과제 수행 실적 2편 콘텐츠 관련 연구 실적 3편 및 과제 수행 실적 20회 	●		

구분	소속 및 직위	최종 학위	경력 (년)	주요 특성	전문가 타당화 참여		
					1차	2차	3차
전문가 F	K 재단 연구원	박사 (교육공학)	9	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 관련 연구과제 실적 1회 시뮬레이션 관련 연구과제 실적 1회 콘텐츠 관련 연구 실적 5편 및 과제 수행 실적 3회 	●	●	●
전문가 G	H 기업 사원	학사 (소프트웨어학)	3	<ul style="list-style-type: none"> 최신 가상현실 콘텐츠 개발 참여 경험 有 	●		●
전문가 H	I 대학교 연구 교수	박사 (교육공학)	9	<ul style="list-style-type: none"> 콘텐츠 관련 연구 실적 1회 이상 주요 연구 분야 : 교수설계, 학습분석 		●	
전문가 I	K 평가원 연구 위원	박사 (교육공학)	19	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 관련 연구 실적 3회 시뮬레이션 관련 연구 실적 6회 콘텐츠 관련 연구 실적 7회 주요 연구 분야 : 교수설계, 3D 시뮬레이션, 교육용 게임 		●	

본 연구의 필요성과 목적, 연구 문제 등을 포함한 연구 전반에 대한 안내 자료를 통해 해당 내용에 대한 숙지가 이루어진 후 타당화 검토가 이루어졌다. 전문가 타당화 검사 도구는 각 문항에 대해 4점 척도로 구성하였으며 반 구조화된 질문을 활용하여 구체적인 수정 및 보완 의견을 확인하였다.

전문가 타당화 문항은 나일주와 정현미(2001)의 평가 문항을 본 연구 맥락에 맞게 수정하여 활용하였다. 이는 크게 다섯 가지 측면으로 가상 현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형 및 원리를 잘 설명하고 있는지에 대한 설명력, 설계모형 및 원리에 대한 타당성, 설계원리 및 지침이 서로 관련이 있으며 적절하게 분류되었는지에 대한 적절성, 맥락에 적용될 수 있는지에 대한 보편성, 쉽게 이해될 수 있게 표현되었는지에 대한 이해도로 구성된다. 이와 함께 개방형 질문을 추가하여 구체적으로 보완 및 수정이 필요한 점이 무엇인지를 확인하고자 한다. 또한, 개념적 핵심 구성 요소, 설계원리, 절차 모형 등의 도출을 함에 있어 탐색된 선행 문헌의 적절성 및 선행문헌 고찰 결과에 대한 반영의 타당성을 확인하기 위해 Lee(2012)와 김선희(2014)가 사용한 문항을 본 연구에 맞게 수정하여 활용하였다. 이상을 종합하여, 내적 타당화를 위한 절차, 목적, 방법 및 평가 항목을 정리하면 다음과 같다.

<표 III-9> 설계모형 및 원리에 대한 전문가 타당화 평가항목

절차	목적	방법	평가 항목
	개발과정에 대한 타당화		<ul style="list-style-type: none"> ■ 선행문헌 탐색 및 분석의 적절성 ■ 전문가 면담 및 결과 반영의 적절성 ■ 사례 분석 및 결과 반영의 적절성
1차	설계원리, 절차모형에 대한 타당화	타당화 문항 면담	<div> <div>선택형 (4점 척도)</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 구성요소에 대한 타당성 ■ 설계원리 전반에 대한 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 ■ 설계원리 및 지침에 대한 타당성 ■ 절차모형의 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 </div> <div> <div>개방형</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 수정 및 보완 의견 ■ 추가 개선 사항 </div>
2차, 3차	설계원리, 절차모형에 대한 타당화	타당화 문항 면담	<div> <div>선택형 (4점 척도)</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 구성요소에 대한 타당성 ■ 설계원리 전반에 대한 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 ■ 설계원리 및 지침에 대한 타당성 ■ 절차모형의 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 </div> <div> <div>개방형</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 수정 및 보완 의견 ■ 추가 개선 사항 </div>
4차	설계원리, 절차모형에 대한 타당화 (형성적 차원)	면담	<div> <div>개방형</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 수정 및 보완 의견 ■ 추가 개선 사항 </div>

목적별 주요 사항은 다음과 같다. 설계원리 및 모형을 구성하는 핵심 요소에 대한 타당화는 1차, 2차, 3차에서 실시되며 구성요소의 적절성, 수준, 설명내용의 이해성에 관한 문항으로 구성된다. 이에 대한 문항은 아래와 같다.

<표 III-10> 구성요소에 대한 타당화 문항

영역	평가 문항
구성요소	<ul style="list-style-type: none"> ■ 탐색된 문헌이 적절하였는가?¹⁾ ■ 선정된 문헌의 분석 내용이 적절하게 반영되었는가? ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 시 고려해야 할 핵심 요소들로 타당하게 구성되었는가? ■ 도출된 구성요소는 적절한 수준 및 용어로 구성되었는가? ■ 구성요소와 원리가 적절하게 연결되었는가?

특히, 1차 내적 타당화는 설계원리 도출에 대한 타당화와 설계원리, 절차 모형에 대한 타당화 세 가지 측면에서 실시하였다. 1차에서 이루어지는 내용 개발과정에 대한 타당화는 선택형 문항을 활용하여 주요 이론 검토 및 반영의 적절성, 설계자 면담 결과 반영 적절성, 사례 분석 결과 반영의 적절성 등을 확인하였다.

설계원리 및 절차 모형에 대한 타당화는 1차, 2차, 3차 내적 타당화 과정에서 진행하였다. 형성적 차원에서 실시된 4차 전문가 타당화는 프로토타입을 개발한 설계팀을 대상으로 면담을 실시하여 추가적인 수정 및 보완 의견이 있는지 등을 확인하였다. 타당화 문항은 4점 척도의 선택형 문항과 수정, 보완 등의 의견을 확인하기 위한 개방형 문항으로 구성된다. 이에 대한 평가 문항은 아래와 같다.

1) 탐색된 문헌의 적절성은 구성요소 도출에 관한 문항으로 1차에서만 실시함

<표 III-11> 설계원리 및 모형 전반에 대한 타당화 문항

영역		평가 문항
선택형	설명력	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하기 위한 원리 및 모형을 잘 설명하고 있다.
	타당성	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하기 위한 원리 및 모형으로 타당하다.
	적절성	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하기 위한 각각의 일반 원리와 상세 지침은 서로 유기적으로 관련성을 지니며 설계모형은 해당 절차에 따라 적절하게 제시되었다.
	보편성	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하기 위한 원리 및 모형은 설계 시 보편적으로 적용될 수 있다.
	이해도	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계하기 위한 원리 및 모형은 쉽게 이해될 수 있도록 표현되었다.
개방형	수정 및 보완	도출된 설계모형 및 원리에 대해 수정 혹은 보완해야 할 점은 무엇입니까?

이상의 평가 문항을 통해 수집된 자료에 대한 분석을 평가 방법별로 제시하면 다음과 같다. 선택형 문항에 대한 전문가 검토 문항은 4점 척도(4점 : 매우 그렇다, 3점 : 그렇다, 2점 : 그렇지 않다, 1점 : 매우 그렇지 않다)로 구성하여 타당성 정도를 응답하도록 하였다. 이에 대한 분석은 크게 내용 타당도 지수(Content Validity Index, CVI)와 평가자간 일치도 지수(Inter-Rater Agreement, IRA)를 사용하였다. 내용 타당도 지수는 전문가들의 판단에 대한 항목별 타당도를 확보하기 위한 것이다(Rubio et al., 2003). 각 문항 내용에 대해 전문가들의 응답 결과를 바탕으로 해당 내용이 타당한지를 살펴보는 목적을 지닌다. 4점 척도의 경우 4점과 3점은 타당한 것으로 해석하며, 2점과 1점은 그렇지 않은 것으로 고려하여 분석한다. 예컨대, 1번 문항에 대해 총 다섯명의 전문가 중 4점 2명, 3점 2명, 2점 1명으로 응답을 한 경우 1번 문항의 내용 타당도 지수는 총 다섯명 중 4점과 3점을 부여한 대상자 수로 $4/5 = .80$ 으로 계산한다. 내용 타당도 지수는 .80 이상이 될 경우 타당하다고 해석이 가능하다(Davis, 1998). 평가자간 일치도 지수는 전문가들의 평가 결과가 신뢰성

을 지니는지 확인하는 목적을 지닌다(Jang, 2011; Rubio et al., 2003). 이는 전체 항목 수 중에 평가자들이 동일하게 평가한 항목 수로 계산한다. 예컨대, 항목이 총 4개인 경우, 그 중 각 항목의 내용 타당도 지수가 1.0으로 나와 타당성을 지닌 항목이 3개, 그렇지 않은 경우가 1개인 경우 $3/4$ 으로 계산하여 0.75가 된다. 이는 .80이상이 될 경우 전문가들의 평가를 어느 정도 일치하여 신뢰할 수 있다고 판단된다(Rubio et al., 2003). 내용 타당도 지수와 평가자간 일치도 지수가 .80미만일 경우 이를 기반으로 수정이 필요한 부분을 확인하고 보완 과정을 실시하여 신뢰성과 타당성을 확보해야 한다.

다음으로 수정 및 보완 사항을 확인하는 개방형 질문에 대한 자료는 연구자가 면담을 실시하여 현장에서 기록하거나 전문가가 타당화 질문지에 직접 작성하여 수집하였다. 이 후 수집된 자료에 대한 분석 및 검토 과정을 거친 후 수정이 이루어졌다.

2) 프로토타입 개발 및 사용성 평가

가) 프로토타입 개발 절차와 특성

선행문헌 고찰, 전문가 면담, 사례 분석과 세 차례의 전문가 타당화를 통해 도출된 설계모형에 대해 설계자를 대상으로 모형의 적용을 통한 프로토타입 개발과 사용성 평가를 실시하였다. 이는 도출된 설계원리 및 모형이 실제에 적용이 가능한지를 확인하는 방법 중 하나로 일반화의 가능성을 파악해 볼 수 있다. 또한, 본 연구에서 개발한 설계원리와 모형이 실제적으로 어떠한 도움을 줄 수 있는지를 검증해 보는 목적을 지닌다. 요컨대, 개발된 설계원리와 모형을 실제적으로 사용해봄으로써 이들의 개선점 등을 확인하고자 하는 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 설계모형에 따른 절차와 설계원리를 고려하여 일종의 프로토타입을 개발해 봄으로써 설계자의 반응을 확인하였다.

가상현실 콘텐츠 설계 및 개발은 실제로 다양한 설계자가 참여하여 이루어진다. 이에 따라 본 프로토타입을 개발하기 위해 총 총괄 및 기획자 1인, 설계자 2인, 구현 혹은 개발자 1인 총 4인으로 된 설계팀을 구성하였다. 이는 실제 설계 과정이 설계자와 개발자가 포함된 팀 단위로 운영되는 특성을 반영한 것이다. 그 중 총 책임자는 본 연구의 연구자가 담당하여 전체 관리와 교수설계자 및 책임자의 역할을 수행하였다. 각 역할별 주요 내용은 아래와 같다.

<표 III-12> 프로토타입 개발 참여자 구성 및 주요 역할

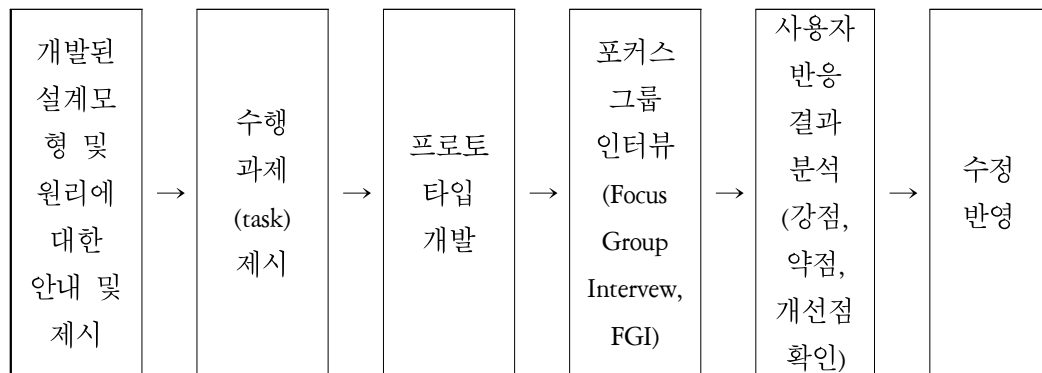
구분	역할	최종 학력	비고
스케처 (sketcher)	<ul style="list-style-type: none"> 문제점 분석 및 목표 도출 줄거리 설계 및 개발 교육 요소 확인 및 검토 	석사	<ul style="list-style-type: none"> 이러닝 콘텐츠 프로토타입 개발 경험 有 가상현실 콘텐츠 설계 경험 無
개념적 설계자 (conceptual designer)	<ul style="list-style-type: none"> 문제점 분석 및 목표 도출 시뮬레이션 스토리보드 개발 교수설계 검토 	석사	<ul style="list-style-type: none"> 이러닝 콘텐츠 프로토타입 개발 경험 有 가상현실 콘텐츠 설계 경험 無
가상현실 구현 혹은 개발자 (developer)	<ul style="list-style-type: none"> 현장 및 공간 특성 분석 가상현실 구현 기술적 요소를 고려하여 가상현실 구현이 가능한지 검토 	학사	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 콘텐츠 개발 경험 有
설계·개발 총괄 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> 전체 총괄 교수설계 검토 	박사 수료	-

개발된 설계원리와 모형이 의미하는 바가 다소 추상적으로 이해될 수 있다는 점을 고려하여 설계자에게 특수한 상황 혹은 맥락이 포함된 일종의 과제(task)를 제시하고 이에 따라 프로토타입을 개발하게 함으로써 설계자의 반응을 확인하였다. 설계자에 대한 반응은 설계팀 단위로 접근이 이루어졌다는 점을 고려하여 포커스 그룹 인터뷰(Focus Group

Interview, FGI)를 실시하여 설계원리와 모형의 강점, 약점, 개선점을 확인하였다.

설계자에게 제시할 일종의 과제(task)로서 프로토타입을 통해 구현하고자 하는 맥락으로는 초등학교 수업 현장에서 발생하는 상황 혹은 사건을 고려하였다. 학교 수업 현장에서 교사는 다양한 지식과 기술을 지녀야 하기 때문이다(임철일 외, 2016; 조영환 외, 2015; 진성희, 나일주, 2009). 설계원리와 모형을 적용하여 이상의 맥락을 반영한 프로토타입을 구현한 후 포커스 그룹 면담을 통해 설계팀 대상의 사용성 평가를 실시하였다. 특히, 개발된 설계모형 및 원리에 따라 프로토타입이 제대로 개발되었는지에 대한 확인은 프로토타입 개발에 총괄 및 기획자로 참여한 연구자의 확인이 이루어진 후 설계 대상자들과의 논의를 거치는 과정을 실시하였다. 사용성 평가 절차 및 내용은 아래와 같다.

<표 III-13> 사용성 평가 절차 및 내용



면담의 경우 설계원리와 모형의 실질적인 강점과 약점, 그리고 개선점을 확인하고자 하였다. 면담 시 활용한 주요 질문은 다음과 같다. ‘가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 혹은 모형을 기반으로 프로토타입을 개발함에 있어 설계원리 혹은 모형의 강점, 약점, 개선점은 무엇입니까?’, ‘추가 또는 삭제되어야 할 단계나 설계원리 혹은 지침, 모형의 세부 단계는 무엇입니까?’ 등이다. 주요 질문을 기반으로 반 구조화된 면

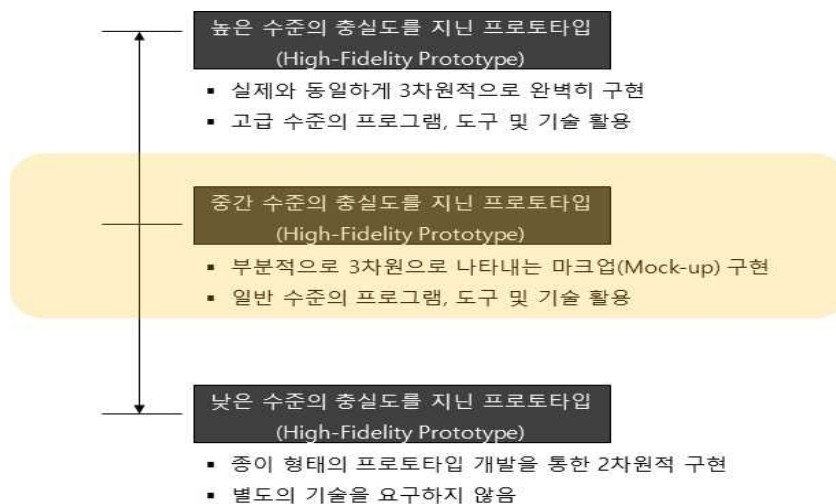
답을 진행하였으며 이를 통해 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형에 대한 검토가 이루어졌다.

<표 III-14> 사용성 반응에 대한 질문

영역	내용
강점	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 혹은 모형의 강점은 무엇입니까?
약점	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 혹은 모형의 약점은 무엇입니까?
개선점	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 혹은 모형의 개선점은 무엇입니까?(어떠한 점에서 수정 및 보완이 되어야 합니까?)

나) 프로토타입 개발 도구 및 충실도(fidelity) 수준

프로토타입은 실제 개발이 이루어질 콘텐츠의 특징을 반영한 시제품을 개발하는 것으로 이는 충실도(fidelity)에 따라 크게 세 가지로 구분 가능하다. 낮은 충실도(low-fidelity)를 지닌 프로토타입은 2차원적 접근으로 종이 혹은 인쇄 형태이다. 이는 접근성이 용이한 특성을 지니지만 다소 추상된 형태로 비현실적인 모습을 나타내는 한계가 있다. 높은 충실도(high-fidelity)를 지닌 프로토타입의 경우 실제 콘텐츠 개발 프로그래밍 기법을 활용하여 실제와 동일한 형태로 대다수의 모든 사항을 3차원적으로 구현한 것으로 다소 많은 비용이 발생하며 실제 프로그램을 능숙하게 활용 가능한 기술자가 필요하다. 낮은 충실도와 높은 충실도 가운데에 위치하는 중간 수준의 충실도(media-fidelity)는 프로그램을 활용하여 3차원적 마크업(Mock-up)이 이루어진 형태로 기술적 한계로 최종 형태로 구현할 수 없지만 실제의 주요 특성을 3차원적으로 구성한 것이다(Sauer & Sonderegger, 2009).



[그림 III-2] 프로토타입의 충실도(fidelity) 수준과 본 연구의 프로토타입 충실도 개발 수준

이상의 프로토타입의 충실도 중 본 연구에서는 중간 수준의 충실도를

지닌 프로토타입을 개발하였다. 이에 대한 이유로는 크게 두 가지를 고려하였다. 첫째, 중간 수준의 충실도 수준을 지닌 프로토타입을 개발하여 이에 대한 사용성 평가를 실시하는 경우 개선점이나 문제점 발견 등의 측면에서 실제로 이루어질 수 있기 때문이다(Sauer, Seibel, & Rüttinger, 2010). 중간 충실도의 프로토타입은 부분적으로 3차원적 구현이 가능한 프로그램을 활용하므로 일정 수준의 프로그램 활용 기술을 지녀도 접근 가능하다. 특히, 중간 수준의 충실도를 지닌 프로토타입은 높은 수준의 충실도를 지닌 프로토타입과 비교하여 사용성 평가를 진행하여도 어떠한 강점을 지니고 개선점 등의 문제점을 지니는지에 대해서는 큰 차이가 발생하지 않는다(Sauer, Seibel, & Rüttinger, 2010). 따라서 주요 특성을 나타낼 수 있는 프로토타입의 충실도를 중간 수준으로 고려하여 개발이 이루어졌다.

둘째, 연구 목적과 저작 도구가 지닌 한계를 반영하고자 하였다(차현진, 황윤자, 김민하, 안미리, 2013). 본 연구에서 개발할 프로토타입을 보다 실제로 구현하기 위해서는 다양한 기술적 요소와 여러 프로그램을 서로 상호 호환하여 개발해야 한다. 하지만 본 연구의 궁극적인 목적은 설계원리와 모형에 대한 사용자의 반응을 확인하는 것이다. 설계원리를 기반으로 모형이 적용되어 구현되었기에 어떠한 아이디어가 반영되었는지가 보다 중요하다. 따라서 본 연구 목적을 달성 가능한 형태의 수준을 고려한 접근이 이루어졌다.

이상의 특성을 지닌 프로토타입을 개발하기 위해 본 연구에서는 3차원 그래픽 소프트웨어인 Reallusion사의 iClone 7을 활용하였다. iClone은 기본적으로 3차원 게임이나 애니메이션 제작을 보다 손쉽게 지원하는 특성을 지닌 프로그램이다. 기존 가상현실을 개발하기 위한 프로그램과 다르게 iClone은 코딩이나 별도의 다른 프로그램과 연동하여 개발하지 않고 단순한 형태의 3차원 그래픽 설계가 가능하다.

나. 외적 타당화 검토

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형에 대한 외적 타당화를 확인하기 위해 교수자 및 학습자 측면에서 자료 수집 및 분석이 이루어졌다. 외적 타당화의 주요 목적은 개발된 프로토타입에 대한 현장의 반응을 파악하는 것이다(Richey & Klein, 2007). 이를 위해 교수자 및 학습자 대상으로 개발된 프로토타입에 대한 반응을 확인하였다.

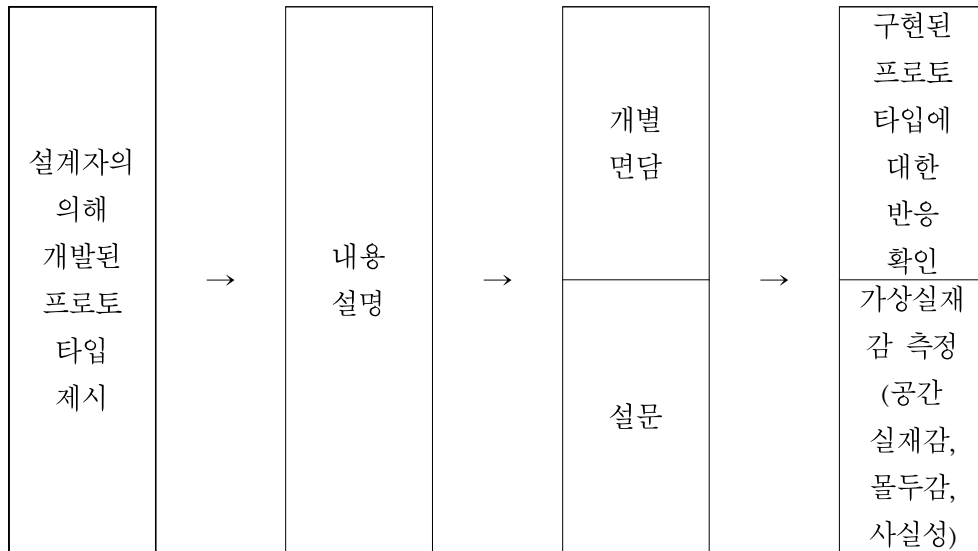
외적 타당화 대상자는 가상현실을 경험한 사용자로 한정하고자 한다. 가상현실과 같은 가상의 프로토타입에 대해 효과적인 사용성 평가가 이루어지기 위해서는 개발된 프로토타입의 한계를 고려할 수 있는 대상자가 적합하기 때문이다(Derboven, De Roeck, Verstraete, Geerts, Schneider-Barnes, & Luytn, 2010). 즉, 대상자의 특성이 프로토타입의 개발 한계를 이해할 수 있는 사전 지식이나 경험을 가지고 있는 경우 주요 특성과 한계를 염두하기 때문에 정확한 응답이 가능한 것이다. 요컨대, 대상자가 프로토타입의 한계를 이해하고 실제적인 반응을 제시할 수 있다는 점을 고려하여 본 연구에서는 가상현실에 대한 특성을 파악하고 있는 사전 경험을 지닌 교수자와 학습자로 한정하였다. 특히, 교수자의 경우 보다 전문적인 의견을 확인하기 위해 본 연구의 특성이 교육용 시뮬레이션의 효과적 설계라는 점과 개발한 프로토타입의 주제 특수성인 초등교육 맥락을 모두 고려하여 현재 초등교육 맥락에서 콘텐츠 설계 혹은 교수설계 분야의 10년 이상의 경력을 지닌 교수자로 한정하여 선정하였다. 본 연구에 참여한 교수자와 학습자의 특성은 아래와 같다.

<표 III-15> 사용자 반응 평가 대상자 특성

구분	소속	경력	관심 분야	비고
교수자 A	S 교육대학교 초등교육과	19년	창의적 교사 역량, 미래사회 학습자역량	콘텐츠 설계 경력 다수
교수자 B	C 교육대학교 컴퓨터교육과	30년	ICT 기반 교수학습 활동, 교수설계, 로봇 활용 교육	콘텐츠 설계 경력 다수
교수자 C	J 대학교 교육학과 강사 및 초등교육 연구소 연구원	15년	교사교육, 융합교육, SW교육	교육공학, 교직실무 강의
학습자 A	발령대기중	-	해당없음	예비교사 (기간제 교사 1개월)
학습자 B	발령대기중	-		예비교사 (기간제 교사 2개월)
학습자 C	G 초등학교	2년 7개월		초임교사
학습자 D	G 초등학교	2년 5개월		초임교사
학습자 E	N 초등학교	3년		초임교사

본 연구에서 진행된 외적 타당화의 주요 절차 및 사항을 정리하면 다음과 같다.

<표 III-16> 외적 타당화 절차 및 내용



설계모형 적용을 통해 설계자에 의해 개발된 프로토타입을 제시하였다. 교수자와 학습자를 대상으로 반응을 확인하기 위해 중간 수준의 충실도를 지닌 프로토타입을 개발하여 제시함과 동시에 이에 대한 설명이 이루어졌다. 또한, 행동에 대한 반응은 소프트웨어를 활용하여 구현된 움직임을 사용자에게 제시하기 위해 동영상 형태로 추출하여 활용하였다. 개별면담을 통해 ‘설계모형 적용을 통해 구현된 프로토타입에 대한 강점, 약점, 개선점은 무엇입니까?’와 같은 질문을 활용하여 교수자와 학습자의 반응을 확인하였다. 이상의 과정을 통해 수집된 면담 자료에 대한 분석은 일반적인 질적 연구 분석 방법에 따라 자료 전사, 코딩, 개념화, 범주화, 범주와 상충되는 의견 구분 총 다섯 단계를 거쳐 정리하였다 (Strauss & Corbin, 1990). 도출된 결과의 제시 방법은 표의 형식을 활용하여 일목요연하게 나타냈다.

이와 함께 학습자 대상의 가상 실재감을 측정하였다. 가상현실과 같은 보다 실감형 콘텐츠에서 가상 실재감은 핵심적인 요인이기 때문이다 (류지현, 유승범, 2016; Sun, Li, Zhu, & Hsiao, 2015). 학습자가 가상 실재감을 인식하는 경우 학습에 대한 동기 향상, 인지적 활동의 촉진 및

학습에 대한 수행 정도에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(McCreery et al., 2013). 가상 실재감은 크게 실제 공간에 존재한다고 느끼는 공간 실재감(spatial presence), 특정 사건 및 활동에 집중하게 되는 심리적 상태로서 몰두감(immersiveness), 가상과 현실을 비교하였을 때, 어느 정도 실재와 같이 느껴지는지에 대한 사실성(realness)이 포함(Schrader, & Bastiaens, 2012, Schrader, Friedmann, & Regenbrecht, 2001)된다. 설문을 통해 이를 측정하여 학습자가 구현된 가상현실 시뮬레이션에 대해 어느 정도의 가상 실재감을 인식하는지를 확인하고자 하였다. 본 연구에서 사용된 설문 문항은 가상현실에서의 실재감 측정 관련 연구(류지현, 유승범, 2016; Baños, Botella, Garcia-Palacios, Villa, Perpiñá, & Alcaniz, 2000; Witmer, & Singer, 1998)의 설문 문항을 본 연구에 맞게 수정하여 사용하였다. 전체 설문 문항은 총 14개이며 공간 실재감 4개 문항, 몰입감 5개 문항, 사실성 5개 문항으로 구성하였다.

<표 III-17> 가상 실재감 측정 설문 문항

구분	항 목
공간 실재감	실제 교실 공간에 존재하고 있다고 인식되었다.
	화면에 제시된 상황과 환경이 사실적으로 느껴졌다.
	현실의 교실 공간에서 사용하는 도구나 장면이 유사하게 구현되었다.
	전반적으로 교실 상황과 환경 및 공간이 자연스럽게 느껴졌다.
몰두감	나의 감각이 제시된 상황에 사로잡히는 것 같은 느낌이 든다.
	내가 실제에서 행동을 하는 것 같은 생각이 든다.
	내가 교실 상황에서 학생들과 의사소통을 하고 있는 것 같다.
	나는 교사로서 역할을 수행하여 학생들과 의사소통 하는 것에 대해 몰입되는 것 같다.
	나는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 프로토타입에 대해 몰입감이 느껴졌다.
사실성	화면에서 나타난 모습이 실제처럼 느껴졌다.
	제시된 상황과 사건의 내용이 사실처럼 지각되었다.
	가상현실에서 직면한 사건이 현실에서 나타나는 경험과 유사하다.
	제시된 가상의 반응(제스처, 음성 포함 학생의 반응 모두)이 사실적으로 느껴졌다.
	전반적으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 경험이 예비교사 및 초임교사로서 나에게 현실적이라고 인식되었다.

설문 문항은 5점 척도로 구성하였으며 설문 문항에 대한 문항의 신뢰도(cronbach's a) 지수는 전체 문항 0.940, 세부 영역별 지수는 공간 실재감 0.795, 몰두감 0.946, 실재감 0.867으로 나타났다. 일반적으로 문항에 대한 신뢰도가 0.6이상 경우 양호한 것으로 판단하므로 전체 문항과 세부 영역 모두 높은 수준의 내적 신뢰도를 지닌 것으로 확인되었다

IV. 연구 결과

본 연구는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 최적화된 설계를 위한 설계원리와 모형을 개발하는 목적을 지닌다. 또한, 도출한 원리와 모형에 대한 내적 타당화와 외적 타당화 측면에서 설계원리 및 모형의 적용을 통해 개발한 프로토타입에 대한 반응을 확인하여 학습에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지를 확인하는 목적을 지닌다. 연구 결과를 제시하면 다음과 같다.

1. 초기 설계원리 및 모형 개발

가. 초기 개념적 구성요소 도출

체계적 문헌 고찰 방법을 활용하여 최종적으로 분석이 이루어진 자료는 총 8개이다. 자료에 대한 내용 분석에 대한 틀/framework은 Connolly와 동료들(2012), Mendoza와 Jung(2017)의 분석 틀을 참고하여 학술지 명, 연구자 및 연도, 해당 영역, 연구 목적, 자료 수집 방법, 분석 방법, 주요 결과, 결과에 영향을 미치는 요소로 구분하였다. 총 8개의 주요 결과를 정리하여 제시하면 아래와 같다.

<표 IV-1> 초기 구성요소 도출을 위한 체계적 문헌고찰 결과

저널 명	연구자 (연도)	적용 영역	연구 목적	자료 수집 방법	자료 분석 방법	주요 결과	결과에 영향을 미치는 요소
한국콘텐츠학 회논문지	류인영, 안은영, 김재원 (2009)	초등/ 역사 교육	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 장 점을 고려하 여 교육 효 과를 극대화 하기 위한 교육 콘텐츠 구현 방안 도출 및 학 습 효과 평 가 	<ul style="list-style-type: none"> 설문(n=29) ✓ 설문을 통 해 다른 가 상현실 콘 텐츠와 비 교 	<ul style="list-style-type: none"> 양적 자료 ✓ 비교 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 몰입감, 자료 의 효용성 향 상 	<ul style="list-style-type: none"> 실제적 조작 을 통한 탐색 활동 맥락적 요소
교육정보 미디어연구	류지현, 유승범 (2016)	대학/ 사범 (예비 교사)	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 기 반 수업 시 물 레 이 션 에 서의 시나리 오 내용에 따른 교사효 능감, 가상실 재감 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 설문(n=44) : 두 가지 다른 시나리오가 제시된 가상 현실 기반 시 물 레 이 션 에 대한 설문(총 두 차례 설문 실시) 	<ul style="list-style-type: none"> 양적 자료 분 석 ✓ 교사효능감 과 가상실 재감에 대 한 다변량 공분산 분 석 	<ul style="list-style-type: none"> 내용 시나리 오 : 시나리오 내용 및 교사 효능감 유의 미한 상호작 용 태도 시나리 오 : 가상실재 감 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 시나리오의 유형 질문에 대한 반응 실제 맥락 고 려 : 실제 상 황(일반 학 급)에서 발생 가능한 수준 의 질문 및 학생 수준

저널 명	연구자 (연도)	적용 영역	연구 목적	자료 수집 방법	자료 분석 방법	주요 결과	결과에 영향을 미치는 요소
교육공학 연구	최동연, 김민정 (2018)	대학/ 사범 (예비 교사)	<ul style="list-style-type: none"> 가상 현실에 서의 아바타 활용 대화 시물레이션 에 대한 반 응 측정 	<ul style="list-style-type: none"> EEG(electroen cephalogram) 측정(n=34) ✓ 각성 상태, 정서가 상 태 	<ul style="list-style-type: none"> 양적 자료 분 석 ✓ 반복설계를 통한 분할 구획요인설 계 	<ul style="list-style-type: none"> 가상 아바타 를 통해 구현 된 상이한 감 성 상태에 대 해 사용자가 공감함 실재감 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 가상 아바타 (얼굴 표정, 몸짓)와의 상 호작용 실제적 맥락 이 반영된 시 나리오
Journal of Educational Technology & Society	Hsu, Tseng, & Kang (2018)	고등/ 환경 교육	가상현실에서 의 피드백 제공으로 인한 인식 및 행동 변화 확인	<ul style="list-style-type: none"> 설문(n=165) 	<ul style="list-style-type: none"> 양적 자료 분 석 ✓ 분산 분석 (ANOVA) 	<ul style="list-style-type: none"> 하루에 사용 하는 물 소비 양에 대한 인 식 향상 사용 습관에 대한 태도 인 식 및 물 절 약에 대한 행 동 변화 의지 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 실제적 작동 피드백
	Tatli & Ayas (2013)	중등/ 화학 교육	가상현실에서 의 실험실 활동이 학업 성취도에 미치는 영향	<ul style="list-style-type: none"> 설문(n=90) 	<ul style="list-style-type: none"> 양적 자료 분 석 • 사전, 사후 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 학업 성취도 향상 실험 장비 인 식 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 가상 아바타 및 물체와의 상호작용 물체의 직접 적 조작

저널 명	연구자 (연도)	적용 영역	연구 목적	자료 수집 방법	자료 분석 방법	주요 결과	결과에 영향을 미치는 요소
Educational Technology Research and Development	Hirumi et al., (2016)	대학/ 간호 및 보건 교육	가상 환자 시뮬레이션 경험에 대한 반응 분석	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 프로그램 로그 기록 (n=119) ■ 설문(n=119) ■ 인터뷰(학습자 반응 : n=24 / 학습한 내용에 대한 반응 : n=31) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 양적 자료 분석 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 로그기록 ✓ 퀴즈 점수 결과 분석 ■ 질적 자료 분석 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 학습자 반응 ✓ 학습 내용에 대한 반응 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 높은 수준의 주의집중, 관련성, 자신감, 만족도 (ARCS) ■ 학습 목표 달성에 도움 ■ 학습 전이 긍정적 영향 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실제 문맥적 요소를 고려한 내용 정보 제시 ■ 학습자 수준에 맞는 내용 및 시나리오 설계 ■ 가상 아바타와의 상호작용 ■ 인터페이스 ■ 잘못된 진단에 따른 피드백
	Makransky & Lilleholt (2018)	대학/ 과학 교육	가상현실 활용에 대한 감성적 가치(emotional value) 분석	<ul style="list-style-type: none"> ■ 설문(n=104) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 양적 자료 분석 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 표본 t검증 (Paired-samples t-tests) ✓ 구조방정식 (structural equation model) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실재감 향상 ■ 동기 향상 (HMD>Desktop) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현실적 인터페이스를 지닌 도구 ■ 실제적 조작 활동

저널 명	연구자 (연도)	적용 영역	연구 목적	자료 수집 방법	자료 분석 방법	주요 결과	결과에 영향을 미치는 요소
British Journal of Educational Technology	Wang (2012)	대학/ 경영 교육 (marketing)	가상현실 상황적 시뮬레이션 활동의 영향 분석	<ul style="list-style-type: none"> 설문(n=36) 4개의 개방형 질문 포함 	<ul style="list-style-type: none"> 양적 자료 분석 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 사전, 사후 분석 ✓ 독립성 검 증 (chi-square independence test) 질적 자료 분석 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 질문 응답 내용 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 학습 흥미도 향상 학습자의 태 도 변화(수동 ->활동) 다른 상황에 서의 적용(전 이) 도움 	<ul style="list-style-type: none"> 실제적 시나 리오 제시된 질문 및 이에 대한 응답 다방면에서 볼 수 있는 화면 인터페 이스

이상의 연구 결과 중 서로 밀접한 관련성을 지닌 것으로 통합 및 구분한 후 이를 정리하여 초기 개념적 구성요소를 도출하였으며 이는 다음과 같다.

<표 IV-2> 초기 개념적 구성요소 종합

선행 연구 고찰을 통한 요소 확인	구성요소 종합	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 맥락적 요소(류인영, 안은영, 김재원, 2009) ▪ 실제 맥락 고려 : 실제 상황(일반 학급)에서 발생 가능한 수준의 질문 및 학생 수준 (류지현, 유승범, 2017) ▪ 실제 문맥적 요소를 고려한 내용 정보 제시(Hirumi et al.,2016) 	⇒	현실과 가상 맥락의 연계성
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시나리오의 유형(류지현, 유승범, 2017) ▪ 실제적 맥락이 반영된 시나리오(최동연, 김민정, 2018) ▪ 학습자 수준에 맞는 내용 및 시나리오 설계(Hirumi et al.,2016) ▪ 실제적 시나리오(Wang, 2012) 	⇒	맥락 및 대상 특성을 반영한 시나리오
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제적 조작을 통한 탐색 활동(류인영, 안은영, 김재원, 2009) ▪ 아바타(얼굴표정, 몸짓)와의 상호작용(최동연, 김민정, 2018) ▪ 실제적 작동(Hsu, Tseng, & Kang, 2018) ▪ 물체의 직접적 조작(Tatli & Ayas, 2013) ▪ 실제 조작(Makransky & Lilleholt, 2018) ▪ 가상 아바타 및 물체와의 상호작용(Tatli & Ayas, 2013) ▪ 가상 아바타와의 상호작용(Hirumi et al.,2016) 	⇒	실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 인터페이스(Hirumi et al.,2016) ▪ 현실적 인터페이스를 지닌 도구(Makransky & Lilleholt, 2018) ▪ 다방면에서 볼 수 있는 화면 인터페이스 (Wang, 2012) 	⇒	현실적 인터페이스

선행 연구 고찰을 통한 요소 확인	구성요소 종합
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 질문에 대한 반응 및 피드백(류지현, 유승범, 2017) ▪ 피드백(Hsu, Tseng, & Kang, 2018) ▪ 잘못된 진단에 따른 피드백(Hirumi et al., 2016) ⇒ 시뮬레이션 활동 피드백 ▪ 선택적 대안 및 이에 대한 응답(피드백)(Wang, 2012) 	

맥락 활동 시나리오는 현실에서의 맥락이 가상현실에 반영되어 현실과 매우 유사한 내용과 상황이 반영되어야 한다는 점을 강조하는 요소이다. 특히, 실제 현장에서 발생하는 현상이 구현되어야 하며 현실의 특성이 반영된 시나리오 개발을 통해 현실과 가상에서의 인지적 과정이 동일하게 나타나야 한다.

실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용은 가상현실 콘텐츠 내에서 사용자가 시뮬레이션 활동을 수행할 경우 직접적인 조작이 이루어져야 한다는 점을 반영한 것이다. 또한, 다른 객체, 예컨대 아바타 등의 가상 인물이거나 대상이 존재하는 경우 상호작용이 가능하여 실제적인 시뮬레이션 활동이 수행되어야 한다.

현실적 인터페이스는 콘텐츠를 구현하는 측면에서 물리적 현실성의 반영과 현실에서의 움직임이 가상에서도 동일하게 나타나야 한다는 점을 강조한 것이다. 이를 위해 다방면에서 볼 수 있는 화면 구성이 이루어져야 한다. 또한, 신체의 활동이 가상현실 내에 반영되는 인터페이스 등의 기능 구현을 통해 사용자의 시뮬레이션 활동이 가상현실에서 효과적으로 동일하게 나타나야 한다.

마지막으로 시뮬레이션 활동 피드백 요소는 가상현실에서 사용자의 시뮬레이션 활동에 대한 반응으로서 자연적 결과, 피드백이 제공되어야 함을 나타낸 것이다. 피드백 제공을 통해 사용자는 자신이 잘못 수행한 시뮬레이션 활동에 대해 반성적 사고를 촉진하여 잘못된 오 개념이나 행동 수정이 가능하다.

나. 초기 설계원리 및 지침 개발

가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 원리와 이에 대한 지침은 크게 해당 분야의 전문적 식견을 지니거나 실제 설계 및 개발 경험을 지닌 전문가를 대상으로 한 면담, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 대한 실제 사례 분석, 관련 기저 이론 및 선행 연구 검토에 대한 종합을 통해 개발하였다. 선행 연구와 기저 이론 검토 기반의 설계원리는 <표 II-7>과 같으며 아래는 전문가 면담, 사례 분석에 대한 내용과 이상의 내용을 종합한 초기 설계원리 및 지침을 제시한다.

1) 전문가 면담

총 다섯 명을 대상으로 면담을 통해 확인된 원리 및 설계 지침의 주요 결과는 아래와 같다. 먼저, 효과적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계가 이루어지기 위해서는 무엇보다 교육용 시뮬레이션 콘텐츠에 어떠한 맥락이 반영될 것인지를 중점적으로 분석해야 한다는 점을 확인해 볼 수 있었다.

“기본적으로 들어가야 하는 부분은 시뮬레이션은 상황 기반이기 때문에 예를 들면 예비교사들이 교육 현장에서 갔을 때 하는 활동이 있는데 그것을 반영해야 하는 것이죠. 여러 가지가 있지만 너무 일반적이고 넓은 범위로 하면 어렵습니다. 그래서 아주 세밀한 측면에서 접근이 이루어져야 해요. 예를 들어, 교실환경에서 학생들을 어떻게 통제할 것인가? 예비교사들이 학교 현장에 가서 가장 많이 빈번하게 겪게되는 경험을 반영해야 합니다...그런 상황, 자주 일어나는 상황을 고려해야 하는 것이죠. 이것을 기반으로 한 시뮬레이션 설계가 이루어져야 해요...” (면담자 C)

또한, 현실에서 발생하는 특정 상황에서 직면 가능한 문제가 무엇인지에 대한 분석뿐만 아니라 대상자가 누구인지에 대한 분석의 중요성이 제시되었다. 이를 통해 구체적 사건과 상황에서의 맥락적 요소를 포함한 교육용 시뮬레이션 설계가 이루어져야 한다는 점과 사용 대상에 대한 특성이 무엇인지에 대한 분석의 중요성을 확인해 볼 수 있었다. 대표적 의

견은 다음과 같다.

“사용하는 대상이 주로 어린이인지? 학생인지? 아니면 성인을 대상으로 하는지? 어떤 사용자의 특성인지에 따라 난이도가 달라질 수 있기 때문에 이에 대한 분석이 이루어져야 해요. 청소년기나 노인의 경우 일반 성인보다 작동법에서도 미흡할 수 있구요...그래서 타겟을 설정하는 것이죠...”
(면담자 B)

이와 함께 가상현실 특성을 고려하여 현실감을 고려하기 위한 접근의 중요성에 대한 의견이 제시되었다. 특히, 현장 방문 등을 통해 특정 현장이 어떠한 특성을 지니는지, 얼마나 현실과 유사하게 사물 혹은 공간이 구성되는지도 중점적으로 고려해야 하는 주요 측면인 것으로 나타났다.

“가장 매력적으로 보이기 위해서는 일단은 아바타 같은 요소들이 학습자들이 볼 때 너무 이상하게 생겼으면 몰입이 안되잖아요. 어느 정도 수준의 현실 물체, 사람과 같이 유사해야 하는 것도 중요하다고 봐요. 현실감을 높이는 요소들이죠. 그것에 대한 분석도 이루어져야 해요. 사물 이런 것들은 훨씬 현실감을 많이 느끼는데 사람이나 교실 내부의 모습 이런 부분들은 실제성을 지니기 어렵죠. 금방금방 생각해서 만들기에는 현실적이지 않은 것이죠.” (면담자 C)

“공간적 특성을 고려한 접근도 중요할 것 같아요. 그것을 통해서 실재감을 느끼게 할 수 있는 것이죠. 예를 들어 의과대학의 경우 의대 학생들이 학생들과 직면하게 되는데 그 환경에서 실제 적용이 이루어지잖아요. 이것을 사용하는 사람들이 사용하는 그 환경이 구현되어야 하는 것이죠.” (면담자 E)

다음으로 효과적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계에 있어서 사용자에게 직접적인 영향을 줄 수 있는 측면으로는 사용자의 수준을 고려한 접근임을 확인해 볼 수 있었다. 특히, 사용자의 수준이 어느정도인지에 따라 난이도를 고려할 수 있는 접근이 이루어져야 한다.

“수준을 고려한, 즉, 레벨을 고려하여 난이도를 다양하게 할 수 있는 부분

도 중요해요. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 최종적으로 실습이 이루어질 수 있게...그리고 이것을 학습자의 수준을 고려한 실습이 이루어질 수 있게끔 설계하는 것이 중요하죠...내용에 해당되는 주요 개념이나 원리를 먼저 숙지를 하도록 해야 해요. 단계별 접근을 통해 기초 개념을 먼저 숙지를 해야 시뮬레이션이 더 효과적으로 이루어질 수 있어요..예를 들어 측량을 위한 삼각대를 설치하기 위해 어떠한 부분을 고려해야하는지를 먼저 학습하게 하고 다음으로 단계별 단계별로 시뮬레이션을 통해 조작하게끔 해야 하는 것이죠...단계별 전략이 중요해요. 먼저, 초보자는 학습을 먼저 해야겠죠? 내용에 대한 학습...단계별 단계별로 이것을 조작해서 시뮬레이션이 이루어지게 해야 하는 것이죠. 최종 단계에서는 아무런 도움 없이 스스로 직접 조작해 보는 구성이 이루어져야 하구요.” (면담자 B)

“콘텐츠마다 조금씩 다르겠지만 수준을 고려하여 다른 접근이 이루어질 수 있는 것이죠...그 단계가 사용자 입장에서 너무 쉽거나? 아니면 너무 어렵거나 하면 흥미가 떨어질 수 있어요. 그 난이도를 어떻게 할 것인가? 이것을 설정할 때 중심이 되는 포인트를 지녀야 해요. 도전과제와 내 수준이 적절해야 몰입이 이루어지죠. 그래서 이것을 사용하는 사용자의 수준을 분석하는 것이죠.” (면담자 D)

이상의 난이도를 고려한 접근뿐만 아니라 가상현실의 경우 기존 이력과의 상이한 특성으로 인해 초기에 다양한 정보가 안내될 필요가 있다는 점을 강조하였다. 가상현실 도구를 활용함으로써 인해 겪게 되는 어려움을 해소하기 위한 접근으로서 조작법, 학습 주제 관련 주요 용어뿐만 아니라 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 어떠한 학습이 이루어지는지에 대한 맥락적 정보를 제시할 필요성을 강조하였다.

“사전에 교육목표나 목적 등을 제시하는 것뿐만 아니라 조작법, 시뮬레이션 관련 **condition** 등에 대한 안내가 이루어져야 하는 것도 중요합니다. 사실 이쁘고 화려한 모습을 설계하는 것 보다 중요한 것은 안에 (교육에) 영향을 미칠 수 있는 접근이라고 생각해요. 이걸 가지고 교육적 효과를 가지려면 안에 어떠한 접근을 하는게 더 중요하다고 저는 생각해요. 저는 그중에 상황이 매우 중요하다고 봐요. 정말 다양한 상황에서 쓸 수 있지만 그 상황이 갑자기 나타나면 뭐지? 이런 생각이 드는 거죠. 앞뒤 없이 갑자기 상황이 등장하면 안되요. 배경적인 정보가 주어지고 그 상황에서 사용

자가 어떠한 행동을 해야하는지를 알려주는 배경정보가 제시되어야 하는 것이죠. 어떠한 시뮬레이션이라도 현실적인 맥락이 무엇인지를 제시하지 않으면 가상현실이라도 효과가 없을 수 밖에 없다고 봐요.” (면담자 A)

“가상현실을 기반으로 한 교육용 시뮬레이션 콘텐츠는 일반적으로 도입, 전개와 같은 순서로 정할 수는 없어요. HMD와 같이 도구를 사용하는 경우 사용시간이 길어질 수가 없어요...길어봐야 5분? 어지러움 현상 등 때문에 좋지 않아요. 그리고 입체적으로 무엇을 보거나 실제로 작동을 하는 것이어서 기존 이러닝과 같은 형태의 순서는 적합하지 않다고 생각해요. 여러 가지의 조건이 있기 때문에...단순히 사전 설명이나 맥락적 설명 후에 바로 작동하는 경우가 더 좋을 것 같다는 생각이 해요. 특히, 처음에는 안내, 교육적 진행을 포함한 안내, 사용법에 대한 제시가 포함되어야 해요. 이러닝은 바로 학습목표가 제시되잖아요. 하지만 가상현실을 기반으로 접근이 이루어지면 안내가 이루어져야 해요. 초기 단계에 들어와야 하는 것이죠.” (면담자 C)

또한 사용자가 가상현실 속에서 혼란을 겪게 될 수 있는 문제점을 고려하여 어떠한 측면에서 사용자가 움직이어야 하는지, 어떠한 방향과 접근이 이루어져야 하는지를 안내하는 힌트 혹은 단서의 제공도 중요한 교육적 요소로서 고려되어야 한다는 점을 확인해 볼 수 있었다.

“콘텐츠 안에서 사용자에게 자유로움을 얼마나 줄 것인지를 고려해야 하지 않을까 생각합니다. 단서를 제공해야 하는 것이죠..개인적으로 다르겠지만...단서를 제공하지 않을 경우 레벨을 고려한 접근이 필요할 것 같아요. 처음부터 잘할 수는 없기 때문에 마구잡이식 접근이 이루어질 것이고...사용자의 수준은 상당히 다르니까요...갑자기 너무 많은 정보를 제공하게 되면 사용자가 혼란이 오게 되는 거죠. 주의 집중이라고 하나요? 너무 환상적인 경험을 시켜주겠다고 생각하면 갑자기 많은 정보가 들어오기 때문에 아무것도 못하고 멍하게 있을 수 밖에 없어요. 뭘 해야 할지 모르기에 가상현실을 벗어버리는 거죠...” (면담자 A)

특히 교육용 시뮬레이션이 가상현실에서 구현된다는 점을 고려하여 사용자가 기존 이러닝과 상이하게 보다 다양한 측면에서 입체적으로 탐

색하고 이를 조작할 수 있다는 점을 강조하였다. 이와 함께 가상현실에서 구현되는 물체 혹은 아바타와의 상호작용과 여러 대안에 대한 선택을 통해 사용자가 보다 주도적으로 학습을 이끌어 나가고 간접적인 체험이 이루어져야 한다는 점을 제시하였다.

“멀티미디어 콘텐츠가 다루지 못하는 부분인 현실감을 가상현실을 통해 간접적으로 경험을 하게 되는 것이죠. 그리고 시뮬레이션 콘텐츠를 가상현실로 설계를 할 때 조작을 하거나 변형을 가하거나 등의 현실에서 하기 어려운 부분에 대한 접근이 가능하다는 점이 가장 큰 중요한 요소라 생각해요.” (면담자 B)

“그냥 2D가 아니라 입체적으로 표현해서 교육적 효과가 발휘할 수 있는 부분이 무엇인지를 탐색하고 이것을 분석해야 하지 않을까 싶어요. 그냥 2D로 할 수 있는 것을 굳이 가상현실로 개발할 필요가 없으니까요...상호작용적인 측면에서 설계가 이루어져야 해요. 일반적으로 보는 형태라면 집중도가 떨어지는 것이죠. 콘텐츠가 상호작용을 얼마나 구현하느냐? 주체가 되어 여기에 얼마나 참여할 수 있는가?의 수준에 따라 접근이 다를 수 있는 것이죠. 예를 들어 다른 객체와 이야기를 한다던가, 물체를 한 방향에서 보는 것이 아니라 다른 방향에서 보는거, 물체를 둘러볼 수 있는 것과 같은 접근이 이루어져야 하는 것이죠. 그렇지 않다면 일반 접근과 다르지 않은 것이죠. 가상현실을 바탕으로 교육용 시뮬레이션을 설계하는 건 그래서 상호작용이 고려되어야 하는 것이죠... 그리고 많은 상황에서 직면할 때 문제점이 제시되고 선택할 수 있는 답안들...이것을 선택하였을 때 이런 결과가 나오고 저것을 선택하였을 때 저런 답이 나오는 그런 모습, 그러면 효과가 높아지죠. 그 분야에서 바로 직면했을 때 불안함을 느끼니까 그 상황에서 경험할 수 있는 요소들을 확인하고 그것을 바탕으로 시나리오를 만들고 이것을 바탕으로 가상현실 교육용 시뮬레이션을 개발하는 것...굉장히 많은 도움이 됩니다.” (면담자 D)

학습의 효과성 측면에서는 무엇보다 사용자의 가상현실 기반의 시뮬레이션 활동에 대한 구체적인 피드백이 제기되어야 한다는 점을 강조하였다.

“무엇보다 중요한 것은 피드백이라고 생각합니다. 내가 훈련을 했는지. 시뮬레이션을 통해 교육을 했는지...본인 스스로가 알수 있는 방법에 대한 접근이 피드백이라고 생각합니다. 그래서 피드백을 제시할 때 정말 이 시뮬레이션에서 중점적으로 고려하는 것이 무엇인지를 고려하고 그거에 기반해서 평가하고 구체적 피드백을 바로 즉각적으로 주어야 해요. 가상현실을 활용한 교육용 시뮬레이션에 대해 사용자가 무엇을 했는지에 대해 늦게 피드백을 주면 잊어버릴 수가 있어요. 그래서 그 결과에 대해 바로 제시하고 이 부분은 잘했다. 이 부분은 위험하다...를 알게끔 해야 합니다. 그래서 시뮬레이션 교육의 정확성이 올라가는 것이죠.” (면담자 B)

이 외 가상현실에서 사용자가 겪게 될 수 있는 어지러움 등을 해소함과 동시에 사용자가 가상현실 속에 존재하고 있다는 것을 인식시키기 위한 요소가 고려되어야 한다는 의견을 제시하였다.

“자신의 위치를 나타내고 그리고 사이버 멀미(virtual sickness)를 줄이기 위해 손을 제시하는 것도 고려해 볼 수 있어요. 신체를 제시하는 전략을 통해 불안감, 멀미, 어지러움을 줄이는 것이죠.” (면담자 D)

이상의 주요 면담 내용을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-3> 초기 설계원리 도출을 위한 면담 내용 정리

면담자 주요 질문	A	B	C	D	E
가상현실에서 실재감 향상을 위해 중점적으로 고려해야하는 측면	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현실적인 가상 현실 공간 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현실과 유사한 물체 표현 ■ 현장에 대한 실사 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현장 분석을 통한 공간이 지니는 분위기 확인 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현실 상황 구성 ■ 가상현실 내 자원이 존재하고 있음을 인식할 수 있는 요소(예, 가상 손) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 공간적 입체성
가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 의 핵심적 교육 요소	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사용자의 실제 조작 활동 ■ 사용자 수준을 고려한 설정 ■ 실제 현장 분석을 통한 가상현실 적용(문제 상황, 경험 등) ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠 맥락 안내 ■ 단서 제공 ■ 조작법, 시뮬레이션 관련 주요 용어 안내 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 조작 및 변형 등의 간접 체험 ■ 수준 및 난이도를 고려한 접근(단계별 접근, 최종 시뮬레이션 접근 선택) ■ 평가 기준 선정 ■ 즉각적 피드백 제공 ■ 사용 대상에 대한 특성 분석 ■ 시작 전 개요, 유의사항, 용어 설명 등 제시 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구체적 사건 및 사례 분석을 통한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠 시나리오 설계 ■ 시뮬레이션에 대한 맥락적 정보 제공 ■ 사용법 안내 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 다양한 측면에서 탐색 가능한 접근 ■ 아바타와의 상호작용 ■ 힌트 혹은 단서 제공 ■ 난이도에 따른 선택 ■ 대안 선택 기회 제공 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 적합한 목표 설정 ■ 연습 기회의 제공 ■ 다양한 측면에서의 접근

면담 내용을 기반으로 주요 특성 및 원리를 종합하여 제시하면 아래와 같다.

<표 IV-4> 면담 내용 분석 기반의 초기 설계원리 도출

원리	면담 내용 분석 기반 세부 내용 및 특성
실제 현상 및 시뮬레이션 맥락 분석	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실제 현장 분석을 통한 가상현실 적용(문제 상황, 경험 등) ■ 사용 대상에 대한 특성 분석 ■ 현실 상황 분석 ■ 구체적인 사건 및 사례 분석을 통한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠 시나리오 설계 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 적합한 목표 설정
현실감을 고려한 가상현실 공간 및 객체 구성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현실적인 가상현실 공간 ■ 현실과 유사한 물체 표현 ■ 현장에 대한 실사 ■ 현장 분석을 통한 공간이 지니는 분위기 확인 ■ 공간적 입체성
시뮬레이션 복잡성 수준	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사용자 수준을 고려한 설정 ■ 수준 및 난이도를 고려한 접근(단계별 접근, 최종 시뮬레이션 접근 선택) ■ 난이도에 따른 선택 ■ 연습 기회의 제공
가상에서의 교육용 시뮬레이션 초기 안내 제공	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠 맥락 안내 ■ 시뮬레이션에 대한 맥락적 정보 제공 ■ 사용법 안내 ■ 조작법, 시뮬레이션 관련 주요 용어 안내 ■ 시작 전 개요, 유의사항, 용어 설명 등 제시
도움 및 힌트 제공	<ul style="list-style-type: none"> ■ 단서 제공 ■ 시각적 단서 제공 ■ 힌트 혹은 단서 제공
입체적 탐색·조작 및 상호작용을 통한 대안 선택	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사용자의 실제 조작 활동 ■ 조작 및 변형 등의 간접 체험 ■ 다양한 측면에서 탐색 가능한 접근 ■ 아바타와의 상호작용 ■ 대안 선택 기회 제공 ■ 다양한 측면에서의 접근

원리	면담 내용 분석 기반 세부 내용 및 특성
가상에서의 시뮬레이션 학습 결과 판단 및 피드백 원리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 평가 기준 선정 ▪ 즉각적 피드백 제공
사용자 인식	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가상현실 내 자신이 존재하고 있음을 인식할 수 있는 요소(예, 가상 손)

2) 사례 분석

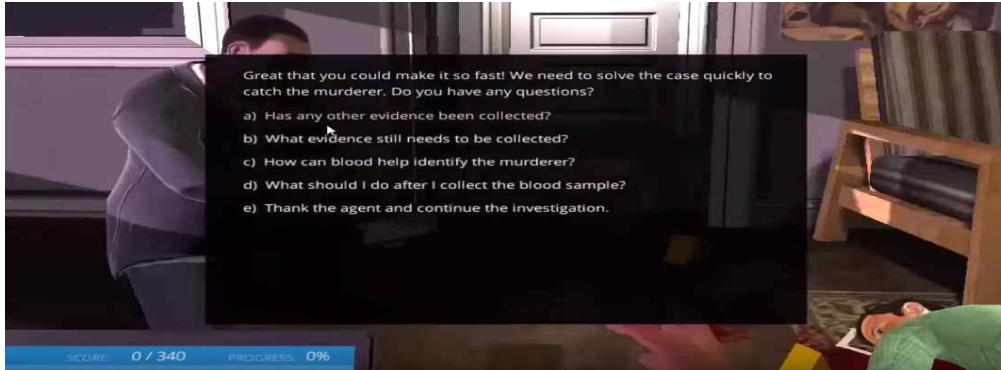
이상의 전문가 면담과 함께 보다 실제적인 측면에서 구체적인 특성을 파악하기 위해 실제 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션 사례에 대한 분석을 실시하였다. 분석 대상은 면담자에 의해 추천을 받거나 현재 실제로 운영 중인 사례로 총 여섯 개의 사례에 대한 분석이 이루어졌다. 각각에 대한 주요 특성을 제시하면 다음과 같다.

가) 사례 1. CSI Forensics Lab

Labster의 CSI Forensics Lab은 법 과학에서 중요한 내용 중 하나인 생체 분석 실험을 구현한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠로 학습자가 실제 생체 분석 연구원으로 역할 수행하여 사건을 해결하도록 훈련하는 목적을 지닌다. 초기 단계에서는 사건이 일어난 맥락을 포함한 설명이 제시된다. 또한 사건을 해결하기에 앞서 시뮬레이션 진행과 관련된 질문이 제시되어 사용자가 이를 선택 혹은 확인하도록 한다. 이를 통해 사용자의 시뮬레이션 진행 및 맥락에 대한 이해도를 향상시키는 데 도움을 제공한다.

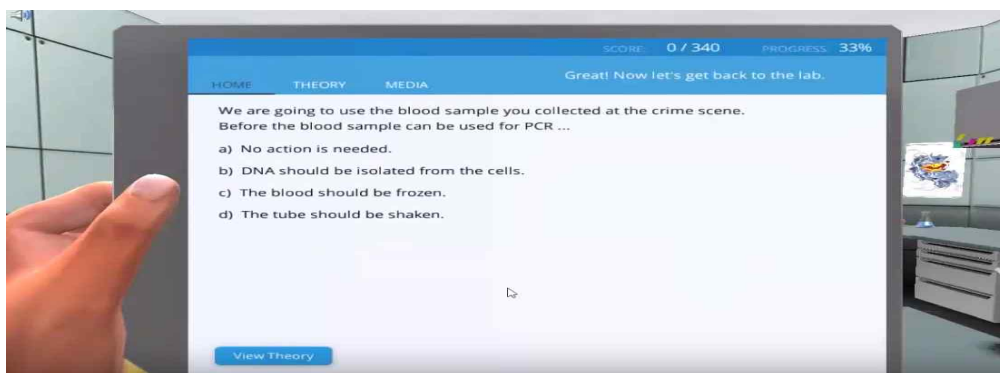


[그림 IV-3] 사례 1 주요 화면 : 시뮬레이션 맥락 안내



[그림 IV-4] 사례 1 주요 화면 : 시뮬레이션 진행 및 맥락 확인을 위한 질문 제시

시뮬레이션 진행 과정에서는 학습 지원 도구를 활용하여 현재 진행 상황을 확인할 수 있으며 각 주요 단계별 일종의 퀴즈가 제공되어 사용자가 시뮬레이션을 통한 수행 정도를 확인한다. 만약 퀴즈를 풀지 못한 경우에는 사용자에게 관련 이론을 제공하여 추가적인 학습이 이루어질 수 있도록 하여 내용 습득을 도모한다.



[그림 IV-5] 사례 1 주요 화면 : 수행 정도 확인을 위한 퀴즈

이상의 학습 지원 도구뿐만 아니라 사용자 이 외에 가상 객체로서 아바타가 안내자로서의 역할을 수행하여 사건 진행에 따른 주요 절차를 안내한다.



[그림 IV-6] 사례 1 주요 화면 : 안내자 역할을 수행하는 아바타

사용자가 자신이 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션 속에 존재한다고 인식함과 동시에 사이버 멀미 현상을 감소시키기 위해 가상 손이 제시된다. 또한, 실험 도구의 이름과 어떠한 역할을 하는지에 대한 간략한 설명을 제공하여 사용자의 활용 이해도를 향상시키는 데 도움을 줄 수 있다.



[그림 IV-7] 사례 1 주요 화면 : 가상의 손 제시



[그림 IV-8] 사례 1 주요 화면 : 도구 이름 및 역할에 대한 설명

이 외, 가상현실 속에서 동영상과 같은 별도의 추가적인 멀티미디어

자료를 활용하여 실제 관련 내용 및 이론 학습에 도움을 제공한다.



[그림 IV-9] 사례 1 주요 화면 : 멀티미디어 자료 제공을 통한 내용 및 이론 학습

2) 3D 가상현실 기술을 이용한 CPR 훈련

심폐소생술 시뮬레이션은 지하철 역에서 갑작스런 심정지 사고가 발생하였을 때 어떠한 접근이 이루어져야 하는지를 훈련할 수 있는 콘텐츠로 현재 서울 소재 'S' 병원에서 활용되고 있다.

시뮬레이션 초반에는 사용자의 시뮬레이션 사건 및 상황에 대한 맥락적 정보를 제공하는 동영상의 제공되어 사건 혹은 장면에 대한 이해를 향상시킨다.



[그림 IV-10] 사례 2 주요 화면 : 상황에 대한 배경 및 맥락 정보 제공

실제적 조작단계에서는 문제 상황이 발생하였을 때 사용자가 어떠한 조치를 수행해야 하는지를 선택하게 하여 단계별 진행이 이루어진다. 또

한 사용자의 대안 선택을 통한 조작에 대한 정보를 제공하여 교육이 이루어지는 특성을 지닌다.



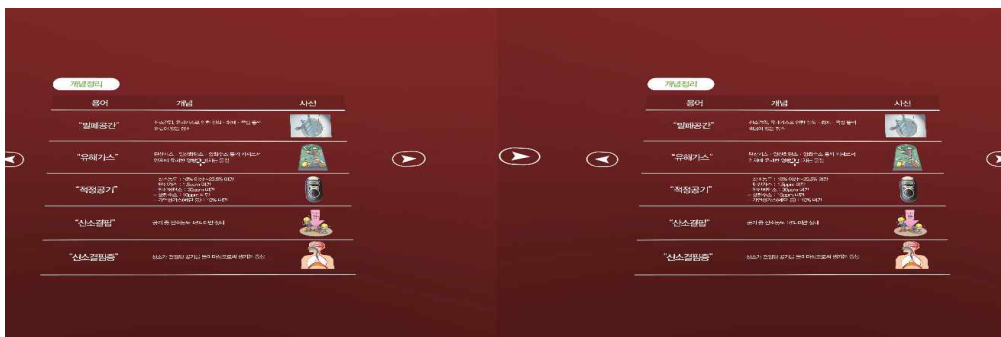
[그림 IV-11] 사례 2 주요 화면 : 사용자의 대안 선택

이 외, 사고 발생에 따른 심폐소생술 절차를 안내하는 일반적인 훈련 모드와 설명 없이 실제 상황처럼 진행되는 실습 모드 두 가지로 운영되며, 사용자가 심폐소생에 성공 혹은 실패하였을 경우 심정지 발생 후 흉부압박 시작 시간, 제세동기 완료 시간, 흉부 압박 시간 등의 사항이 포함된 결과 화면을 제시하고 있다.

3) 오페수처리장 질식 재해 훈련

국내 ‘K’ 공기업에서 현재 운영 중인 오페수처리장 질식 재해 훈련 콘텐츠는 360도 카메라를 활용하여 구현된 특징을 지닌다. 오페수 처리장에서 발생 가능한 질식 재해의 위험성을 인식시키기 위해 안전작업 절차, 주의 사항 등을 훈련하는 목적을 지닌다.

교육용 시뮬레이션 초기 단계에서는 학습 내용과 관련 있는 주요 용어에 대한 안내를 제공한다.



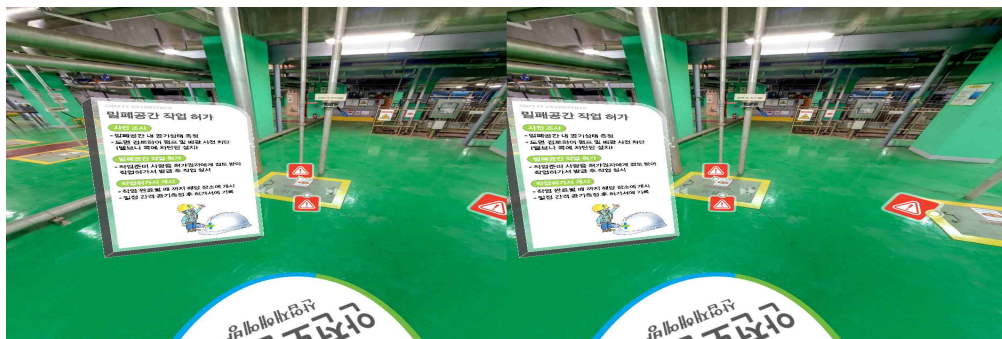
[그림 IV-12] 사례 3 주요 화면 : 주요 용어 안내

특히, 사용자의 주의분산을 고려하여 사용자가 어디로 가야하는지를 안내하는 방향을 제공하여 학습 진행 및 절차 학습에 대한 도움을 제공하고 있다.



[그림 IV-13] 사례 3 주요 화면 : 활동 방향 안내 기능

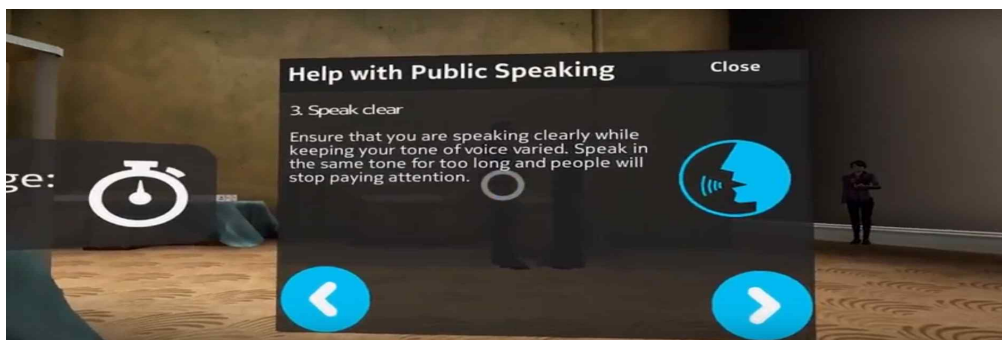
또한, 학습 내용과 관련 있는 개념적 정보를 각 단계별로 제공함으로써 학습에 대한 지원이 이루어지고 있다.



[그림 IV-14] 사례 3 주요 화면 : 내용 및 정보 제공

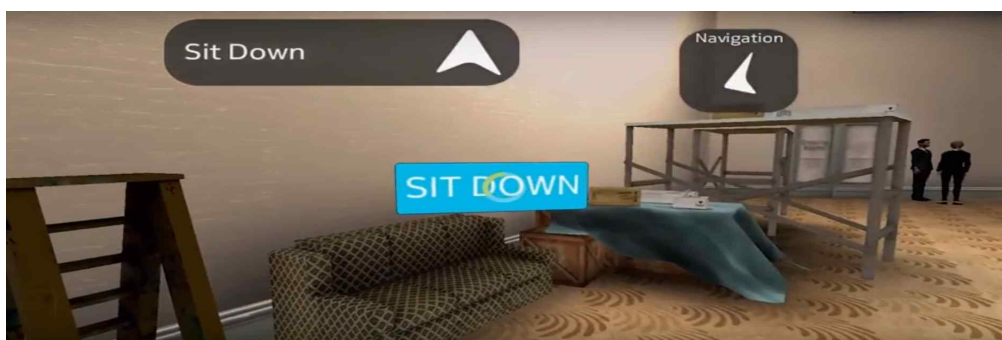
4) Public Speaking Virtual Reality Simulation

eLearning Studios의 대중 연설 가상현실 시뮬레이션은 대중 연설을 하는 경우 발생할 수 있는 심리적 부담감, 부정확한 시선 처리, 시간 관리 등을 효과적으로 대처할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있는 커뮤니케이션 기술을 학습함과 동시에 훈련이 이루어질 수 있도록 한다. 주요 특징을 요약하여 제시하면 다음과 같다. 사용자가 대중 연설을 하는 경우 고려해야 할 주요 사항과 전략을 단계별로 제시함으로써 효과적인 대중 연설 훈련이 이루어질 수 있도록 도모하고 있다.



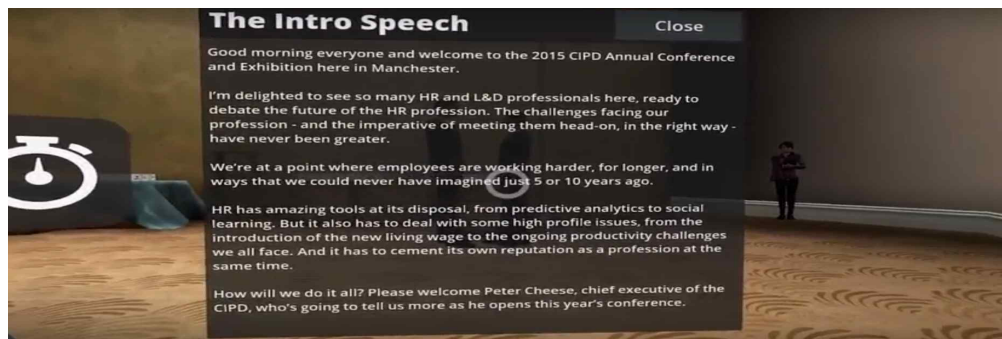
[그림 IV-15] 사례 4 주요 화면 : 단계별 접근

또한, 사용자가 올바른 방향으로 움직이기 위해 방향성을 안내하는 네비게이션이 제공되며 사용자 수준을 고려하여 활동 종류를 제시하고 사용자가 자신의 수준에 맞게 선택하도록 한다.



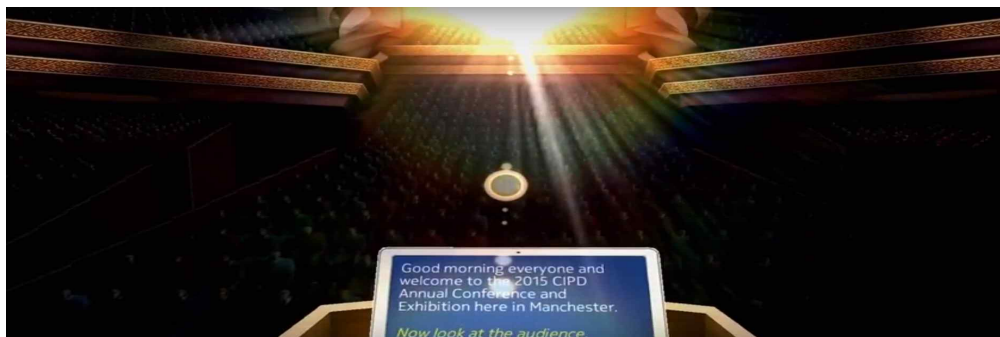
[그림 IV-16] 사례 4 주요 화면 : 방향성 제공 네비게이션 기능

최종 단계 이전에 대중 연설의 시간 관리의 중요성을 고려하여 훈련 기회를 제공하고 있다.



[그림 IV-17] 사례 4 주요 화면 : 실전 훈련 전 연습 기회 제공

최종 단계에서는 실제와 유사한 상황에서 훈련이 이루어질 수 있도록 상황을 제시하고 별도의 도움 없이 훈련이 이루어질 수 있도록 설계되어 있다.



[그림 IV-18] 사례 4 주요 화면 : 실전 훈련

최종 단계 후에는 목표 달성 정도를 확인할 수 있도록 평가 결과를 제공한다.



[그림 IV-19] 사례 4 주요 화면 : 디브리핑 결과 제시

5) Emergency Water Landing VR

University of Udine 소속 Human Computer Interaction Lab의 Emergency Water Landing VR은 비행 상황에서 엔진사고 등의 위험 상황이 발생하여 바다에 추락하였을 때, 어떠한 절차를 통해 위기상황을 극복해야 하는지를 학습하는 목적을 지닌다.

시작 하기에 앞서 시뮬레이션에 대한 지시사항과 규칙, 용어에 대한 설명을 제시함과 동시에 실제 비행 상황을 고려하여 이를 단계화하여 Boarding 단계와 Fly 단계로 세분화하여 제시하고 있다.

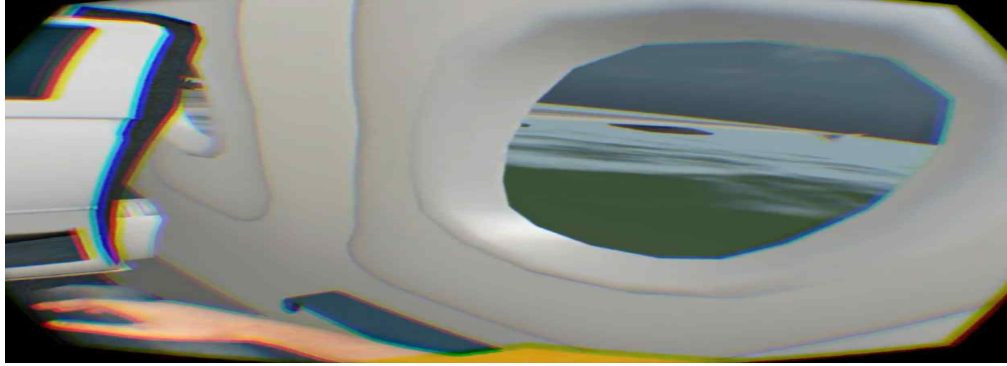


[그림 IV-20] 사례 5 주요 화면 : 용어 및 지시사항 등 콘텐츠 정보 안내



[그림 IV-21] 사례 5 주요 화면 : 단계별 훈련 구분

실제적 조작 및 탐색이 이루어지기 전에 사용자가 교육용 시뮬레이션을 통해 학습하게 될 주요 내용에 해당되는 맥락적 정보를 제공한다.



[그림 IV-22] 사례 5 주요 화면 : 상황에 대한 배경 및 맥락 정보 제공

문제 상황을 야기하는 사건(trigger event)이 제공되며 사용자가 취해야 할 행동의 선택 사항이 제공된다.

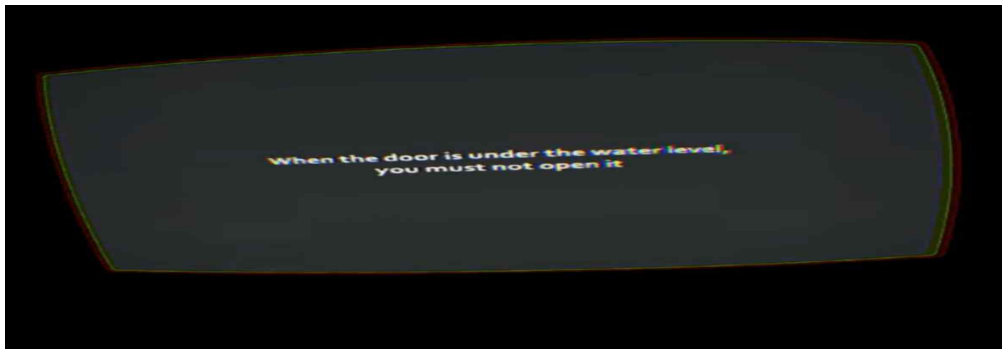


[그림 IV-23] 사례 5 주요 화면 : 대안 선택의 기회 제공

사용자가 시뮬레이션을 수행함에 있어 잘못된 선택을 하게 되는 경우 이에 대한 결과와 즉각적인 피드백이 제공된다.



[그림 IV-24] 사례 5 주요 화면 : 잘못된 선택에 따른 결과 제시



[그림 IV-25] 사례 5 주요 화면 : 잘못된 선택에 따른 피드백
제시

또한, 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하고 있다. 마지막으로 사용자의 숙달 정보, 치명적 오류 등을 종합적으로 평가하고 이에 대한 결과를 제시하여 디브리핑이 이루어진다.



[그림 IV-26] 사례 5 주요 화면 : 디브리핑 결과 제시

6) 가상학교 기반 청소년 정신건강 진단 및 훈련

가상학교 기반 청소년 정신건강 진단 및 훈련 콘텐츠는 회복 탄력성 개념을 기반으로 청소년들이 학교에서 직면할 수 있는 스트레스를 대처하는 능력을 향상시키는 목적을 지닌다.

본 콘텐츠는 목표 달성을 위해 실제 환경 맥락을 반영한 설계가 이루어지고 있으며 학습 내용에 대한 이해 수준을 점검할 수 있도록 퀴즈가 제공되는 특성을 지닌다.



[그림 IV-27] 사례 6 주요 화면 : 실제 교실 환경을 반영한 설계

콘텐츠 중간에는 가상현실 속에 존재하는 캐릭터와의 상호작용이 일부 이루어져 몇 가지 단서와 정보를 제공하고 있으며, 콘텐츠 후반에는 전체 교육에 대한 시뮬레이션 훈련의 결과를 제공하고 있다.



[그림 IV-28] 사례 6 주요 화면 : 디브리핑 결과 제시

이 외 회복탄력성에 포함되는 세부 요소별로 다양한 활동이 구성되어 훈련이 이루어질 수 있다. 예컨대, 끈기 향상, 낙관성 향상, 감정조절력

항상 등으로 구분하여 다양한 시나리오가 적용되고 있다.

이상의 각각 사례에 대한 주요 특징을 고려하여 핵심 특성 및 설계원리를 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-5> 사례 분석 기반의 초기 설계원리 도출

원리	세부 특성 및 내용
	[사례 1]
	<ul style="list-style-type: none"> 사건이 일어난 맥락을 포함한 설명이 시뮬레이션 초반에 제시됨 사건 해결에 앞서 진행과 관련된 주요 질문을 제공하고 이를 선택할 수 있도록 함 학습 지원 도구에서 현재 진행 상황(점수 및 진행율)을 안내함
<ul style="list-style-type: none"> 가상에서의 교육용 시뮬레이션 초기 정보 제공 가상 시뮬레이션의 자율성 가상에서의 시뮬레이션 학습 결과 판단 및 피드백 사용자 인식 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 진행 단계마다 일종의 퀴즈가 제공되어 사용자가 이를 선택하도록 하며 틀린 경우 관련 이론을 학습하도록 함 사용자 자신을 인식하고 사이버 멀미 현상을 감소시키기 위한 아바타 손이 제시됨 실험 도구에 대한 간략한 설명을 제공함 학습 지원 도구가 사용 전반에 대한 안내 역할을 수행함 사용자 이 외에 객체 아바타(보조 연구원)가 등장하며 실험실 전반 및 사건 진행에 따른 몇 가지 주요 절차를 안내함 가상현실에서 멀티미디어(동영상) 자료를 활용하여 실제 관련 내용 및 이론을 학습하도록 함
	[사례 2]
<ul style="list-style-type: none"> 맥락적 정보 제공 입체적 탐색·조작 및 상호작용을 통한 선택 	<ul style="list-style-type: none"> 문제가 일어나는 상황에 대한 맥락적 정보를 안내하여 장면에 대한 이해를 향상시킴 문제 상황이 발생하였을 때 사용자가 어떠한 대처를 해야 하는지를 선택하게 함 사용자의 조작에 대한 간략한 안내가 이루어지며 현재 사용자의 조작에 대한 정보를 제공함

원리	세부 특성 및 내용
[사례 3]	
<ul style="list-style-type: none"> 가상에서의 교육용 시뮬레이션 초기 정보 제공 가상 시뮬레이션의 자율성 감각적 방향 안내 	<ul style="list-style-type: none"> 시작하기에 앞서 학습 내용과 관련있는 용어를 제시함 360도 카메라를 활용하여 공간을 보다 현실적이고 실제적으로 제시함 사용자의 주의분산을 고려하여 어디로 가야하는지를 나타내는 방향(화살표 형태) 가이드를 제시함 학습 내용과 관련 있는 개념 및 부가 정보를 제공하는 형태의 학습 지원이 이루어짐
[사례 4]	
<ul style="list-style-type: none"> 가상에서의 교육용 시뮬레이션 초기 정보 제공 시뮬레이션 난이도 수준 가상에서의 시뮬레이션 학습 결과 판단 및 피드백 감각적 방향 안내 	<ul style="list-style-type: none"> 효과적인 대중 연설 훈련이 이루어질 수 있는 핵심 전략 및 내용을 안내함 방향성에 대한 안내를 위한 네비게이션을 제시함 사용자의 수준을 고려하여 활동 종류를 제시하고 사용자가 이를 선택하게 함 실제와 유사한 상황에서의 훈련 전 연습 기회를 제공함 목표 달성 정도를 확인할 수 있도록 평가 결과 및 피드백을 제공함 실제와 유사한 상황에서 훈련이 이루어질 수 있도록 공간적 변화가 이루어지며 훈련이 이루어짐
[사례 5]	
<ul style="list-style-type: none"> 가상에서의 교육용 시뮬레이션 초기 정보 제공 입체적 탐색·조작 및 상호작용을 통한 선택 시뮬레이션 복잡성 수준 가상에서의 시뮬레이션 학습 결과 판단 및 피드백 	<ul style="list-style-type: none"> 시작하기에 앞서 시뮬레이션에 대한 지시사항 및 규칙을 제시함 실제 비행 상황을 고려하여 단계를 세분화함 사용자가 교육용 시뮬레이션을 통해 학습하게 될 주요 내용에 해당되는 맥락적 정보가 제시됨 문제 상황을 야기하는 사건(trigger event)이 제공되며 사용자가 취해야 할 행동의 선택 사항이 제공됨

원리	세부 특성 및 내용
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 사용자가 시뮬레이션을 수행함에 있어 잘못된 선택을 하게 되는 경우 이에 대한 피드백이 제공됨 ▪ 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공함 ▪ 사용자의 숙달 정보, 치명적 오류 등을 종합적으로 평가하고 이에 대한 결과를 제시함 ▪ 목표 달성을 위해 실제 환경 맥락을 반영한 설계가 이루어지고 있음 ▪ 학습 내용에 대한 이해 수준을 점검할 수 있도록 퀴즈가 제공됨
[사례 6]	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제 현상 및 시뮬레이션 맥락 분석 ▪ 입체적 탐색·조작 및 상호 작용을 통한 선택 ▪ 가상에서의 시뮬레이션 학습 결과 판단 및 피드백 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 목표 달성을 위해 실제 환경 맥락을 반영한 설계가 이루어지고 있음 ▪ 학습 내용에 대한 이해 수준을 점검할 수 있도록 퀴즈가 제공됨 ▪ 가상의 캐릭터와의 상호작용이 이루어짐 ▪ 사용자의 숙달 정보 등을 종합적으로 평가하고 이에 대한 결과를 제시함

3) 종합

이상의 전문가 면담, 사례 분석을 통해 도출한 핵심 특성을 기존 선행 연구 분석을 통해 도출한 설계원리와 서로 밀접한 관련성을 지닌 내용에 대한 통합 과정을 실시하여 초기 설계원리와 지침을 도출하였다. 도출된 초기 설계원리는 총 아홉 가지로 맥락 분석, 현실 반영, 실제적 정수화, 복잡성 수준, 초기 정보 제공, 입체적 탐색 및 조작, 감각 방향, 자율성, 결과 및 피드백 제시 원리이다.

<표 IV-6> 초기 설계원리 및 지침

구성요소	설계원리 및 지침
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 	1. 맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 사건의 맥락과 특징을 분석하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.
	1.1. 실제 상황 혹은 현장에서 경험할 수 있는 맥락이 무엇인지를 탐색하게 하라(박경선, 나일주, 2011; McGrath et al., 2018)
	1.2. 실제 상황 혹은 현장 맥락에서 대상자가 어떠한 어려움을 겪는지에 대한 구체적 사건을 탐색하라(이애영, 2014; 임철일, 2012; Scavone et al., 2010; 면담자 A; 면담자 C)
	1.3. 여러 문제 중 가장 중요하다고 고려되는 사항이 무엇인지를 해당 맥락의 전문가와 논의 후 선정하라(면담자 C)
	1.4. 현상에 대한 분석을 통해 지식의 속성(목표, 유형, 복잡성 수준 등)이 무엇인지를 도출하라(면담자 A; 면담자 E)
	1.5. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상에 대한 특성을 분석하라(Lauson et al., 2012; 면담자 B)
	1.6. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 실험적(experiment)인지 경험적(experience) 유형인지 결정하라(Becker & Parker, 2012)
	* 실험적 유형 : 실험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 문제에 대한 구체적인 답이 있는 형태로 사용자의 조작을 통해 지식을 습득함 ** 경험적 유형 : 경험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자가 다른 객체(아바타)와의 의사소통 기반의 상호작용을 통해 지식을 습득함
<ul style="list-style-type: none"> ■ 현실적 인터페이스 	2. 현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.
	2.1. 현실에서의 공간 및 객체가 지니는 주요 특성을 확인하기 위해 현장에 방문해서 확인하라(면담자 A; 면담자 B; 면담자 E)
	2.2. 가상현실 환경을 구성하기 위해 시뮬레이션이 반영될 실제 환경을 촬영하라(김기홍, 서범주, 2017)

구성요소	설계원리 및 지침
	2.3. 실제 공간 및 객체를 가상현실에 구성하기 위해 사진을 촬영한 후 크기를 측정하고 특성을 작성하라(면답자 A; 면답자 B; 면답자 C)
	2.4. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원적으로 표상한 후 렌더링(rendering)을 통해 3차원적 형태, 표면, 색채, 깊이(depth), 공간감을 표상하라(Cohen et al., 2013; Dede, 2009)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 ■ 현실적 인터페이스 	3. 실제적 정수화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 다양한 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 중심으로 모델링하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.
	3.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제에서의 핵심적 요소가 무엇인지 확인하게 하라(임철일, 연은경, 2009; Hjelseth, Morrison, & Nordby, 2015)
	3.2. 현실에서의 복잡성을 핵심적 요소에 따른 시간적 및 공간적 변화에 따라 단순화 하라(Lindgren et al., 2014)
	3.3. 시간 및 공간적 변화가 반영된 이야기 형태의 시나리오를 구성하기 위해 일련의 절차가 포함된 흐름도(flow chart)로 나타내게 하라(van der Voort & Tideman, 2008)
	3.4. 일련의 핵심 내용이 포함된 스토리보드를 구현하여 개념적으로 설계하라(Lemheney et al., 2016; Kirkley, Tomblin, & Kirkley, 2005)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 	4. 복잡성 수준 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하고 이를 반영한다.
	4.1. 전체 단계가 복잡한 경우 이를 단계별로 구분하라(임철일, 2012; Reigeluth & Schwartz, 1989; 사례 5)
	4.2. 사용자의 수준을 고려하여 구체적 안내 등이 이루어질 수 있는 단계별 훈련 및 연습, 별도의 안내가 이루어지지 않는 최종 시뮬레이션 형태 모두를 고려하라(면답자 A; 면답자 B; 면답자 E; 사례 4)
	4.3. 단계의 수준이 적절하지 않는 경우 다른 수준으로 변경할 수 있도록 하라(면답자 D)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 ■ 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 	5. 초기 정보 제공 원리 : 가상현실이 사용자에게 야기할 수 있는 주의 분산을 없애고 교육적 이해를 높이기 위해 시뮬레이션 활동 이전 단계에서 주요 정보를 제공한다.
	5.1. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용자가 활용하기에 앞서 학습 내용과 관련있는 용어, 사용법, 주의 사항 등을 안내 하라(면답자 B; 면답자 D; 사례 3, 사례 5)
	5.2. 사건이 일어난 주요 맥락을 포함한 설명이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 초반 도입 부분에 제시하여 교육용 시뮬레이션에 대한 이해를 향상시켜라(면답자 A; 면답자 C; 면답자 D; 사례 1; 사례 2)

구성요소	설계원리 및 지침
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 ■ 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 	6. 입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 입체적 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.
	6.1. 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건(trigger event)를 설정하라 (Brown, 2017; 사례 5)
	6.2. 가상현실 기반 시뮬레이션에서 사용자는 1인칭 시점에서 사건에서 주인공 역할로 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하라(백영균, 2010; 이지현 외, 2015; Havranek, et al., 2012)
	6.3. 의견(대안) 선택 전 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색 혹은 조작하도록 하라(Adamovich et al., 2009; McMahan, Kopper, & Bowman, 2015; 면담자 A; 면담자 B; 면담자 D; 면담자 E)
	6.4. 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라(편석준 외, 2017; Bahar et al., 2013; Freina & Ott, 2015; 면담자 D; 사례 2)
	6.5. 주어진 상황에 대한 사용자의 의견 반영 및 선택으로 인해 상이한 결과가 나타나게 하라(Bahar et al., 2013)
	6.6. 대안 선택으로 인하여 결과가 제시될 경우 시각뿐만 아니라 청각적 요소를 통해 추가적인 설명과 정보를 제공하라(Wissmath et al., 2010; 사례 2)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 ■ 현실적 인터페이스 	7. 감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.
	7.1. 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라(전찬규, 김민규, 이지원, 김진모, 2017; McMahan, Kopper, & Bowman, 2015; 면담자 D; 사례 1)
	7.2. 구체적인 방향성을 안내하는 가이드(방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라(Appleman, 2005; Darken & Peterson, 2014; 면담자 D; 사례 1, 사례 3, 사례 4)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 	8. 자율성 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 도움을 제공한다.
	8.1. 사용자에게 특정 물체나 사건에 대한 주요 정보를 제공하고자 하는 경우 이를 나타내는 표시를 제시하고 이를 직관적으로 바라보았을 때 특정 부가 정보가 제시되게 하라(한중성, 이근호, 2015; 사례 3)

구성요소	설계원리 및 지침
<ul style="list-style-type: none"> ■ 현실적 인터페이스 	8.2. 사용자가 시뮬레이션 진행 혹은 방향 등에 복잡하거나 어렵다고 인식하는 경우 도움을 제공할 수 있는 단서를 제공하라(고일선 외, 2010; 임철일, 2012; Gabbard & Hix, 2013; 면담자 A)
	8.3. 학습 지원 도구 등을 활용하여 사용자의 현재 상황을 안내하라(사례 1)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 활동 피드백 	9. 결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.
	9.1. 주요 단계에서 핵심적인 내용에 대한 이해 수준을 확인할 수 있는 퀴즈나 질문을 제시하고 선택하게 하라(사례 1; 사례 6)
	9.2. 잘못된 선택을 하게 되는 경우 무엇이 잘못되었는지에 대한 즉각적이고 구체적 피드백을 제공하라(구정훈, 임형준, 강윤주, 2014; 최승연, 박재완, 2017; 면담자 B; 사례 5)
	9.3. 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라(임철일, 연은경, 2009; Cook et al., 2013; Wang et al., 2010; 사례 5)
	9.4. 구체적 피드백 후 관련 내용이나 이론을 학습하도록 가상현실에서 멀티미디어 자료를 추가로 제시하도록 하라(사례 1)
	9.5. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라(Cho, Yim, & Paik, 2015; Cheong, 2010; 면담자 B; 사례 4, 사례 5)

다. 초기 절차 모형 개발

절차 모형을 도출하는 방법에는 직관적 접근, ADDIE 모형의 분석 틀 종합 등 사용 가능한 자원과 방법에 따라 다양한 형태로 접근할 수 있다 (Lee & Jang, 2014). 본 연구에서는 그 중 도출한 초기 설계원리와 본 연구와 관련 있는 설계모형이 지닌 주요 특성을 통한 시사점 확인, 실제적인 전문가 면담을 통해 확인된 내용을 ADDIE의 분석 틀로 활용하여 종합하였다. 도출한 초기 설계원리 및 지침은 <표 IV-6>와 같으며 전문가 면담을 통해 확인된 주요 단계 및 활동을 제시하면 다음과 같다.

우선적으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계함에 있어 분석 단계가 이루어져야 한다. 분석 단계에서는 무엇보다 구현될 교육용 시뮬레이션이 현실을 기반으로 한 접근이 이루어짐으로써 실제 상황에서 다루고자 하는 목적 설정이 사용자의 경험을 기반으로 이루어져야 함을 강조하는 의견이 제기되었다.

“시뮬레이션 교육 콘텐츠가 어떠한 목적을 달성할 것인지를 고려해야 합니다. 즉, 콘텐츠를 구성하기에 앞서 가장 우선적으로 실제 현장에서 목적이 무엇인지를 분석하고 정하는게 핵심적인 부분이라고 생각해요. 그리고 그 목적에 따른 내용을 연결시켜야 하는 것이죠. 이후에 가상현실적인 측면에서의 접근이 이루어져야 합니다. 현실에서 정말 직면할 수 있는 경험을 반영한 콘텐츠 설계가 이루어져야 해요. 가상현실이 현실에서 벗어난 접근이 가능한 것이지만 시뮬레이션을 기반으로 교육을 한다는 것은 현실에서 있는 내용으로 구성되어야 하는 것이죠. 현실에서 나타나지도 않을 법한 내용으로 구성하는 것은 터무니 없는 일이죠. 그렇기 때문에 경험... 문제 상황이 무엇인지? 사용자가 어떠한 경험을 하는지를 중점적으로 분석해야 합니다.” (면담자 A)

실제 설계 및 개발 단계의 경우 무엇보다 반복적인 사용성 평가를 통해 수정 및 보완이 이루어진다는 점을 확인해 볼 수 있었다. 이를 통해 최적화된 콘텐츠 개발이 이루어질 수 있기 때문이다. 이에 대한 대표적 의견은 아래와 같다.

“실제 시나리오를 개발하는 과정에서 제작을 할 때 여러 사람이 함께 분업을 하면 각각 이야기가 나오기 때문에 한계가 있어요. 서로 논의하는 과정이 상당히 많아요...스토리보드를 만들고 이것을 기반으로 수정, 검수하는 과정을 필수로 거치죠” (면담자 B)

“절차에 있어서 대략적인 시나리오가 우선 만들어 진 후 많이 해보는 것, 많이 수정해 보는 것, 만들어서 수정하고 조금 개발하고 수정하고, 설계단계뿐만 아니라 개발 단계에서도 이야기를 하면서 조금씩 수정을 하는 것이죠.” (면담자 C)

이상의 사용성 평가는 시나리오와 교육용 시뮬레이션을 개발하는 단계뿐만 아니라 구현된 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 실행하는 과정에서도 이루어짐을 확인해 볼 수 있었다. 이 경우, 교육용 시뮬레이션이 가상현실에서 효과적으로 운영되는지를 확인하게 된다.

“그리고 설계나 개발 단계가 지난 후에도 확인하고 수정하는 과정은 또 이루어져야 해요. 가상현실이 시뮬레이션의 학습 내용을 제한할 수 있는 가능성이 있기에 조정하고 확인하는 작업이 이루어져요.” (면담자 C)

특히, 시나리오 설계는 교육용 시뮬레이션 개발에 있어 핵심적인 역할을 수행하므로 체계적인 접근이 이루어져야 하며 시나리오 설계를 구체화할 수 있는 방안으로 순서도 개발이 이루어진다는 점을 확인하였다.

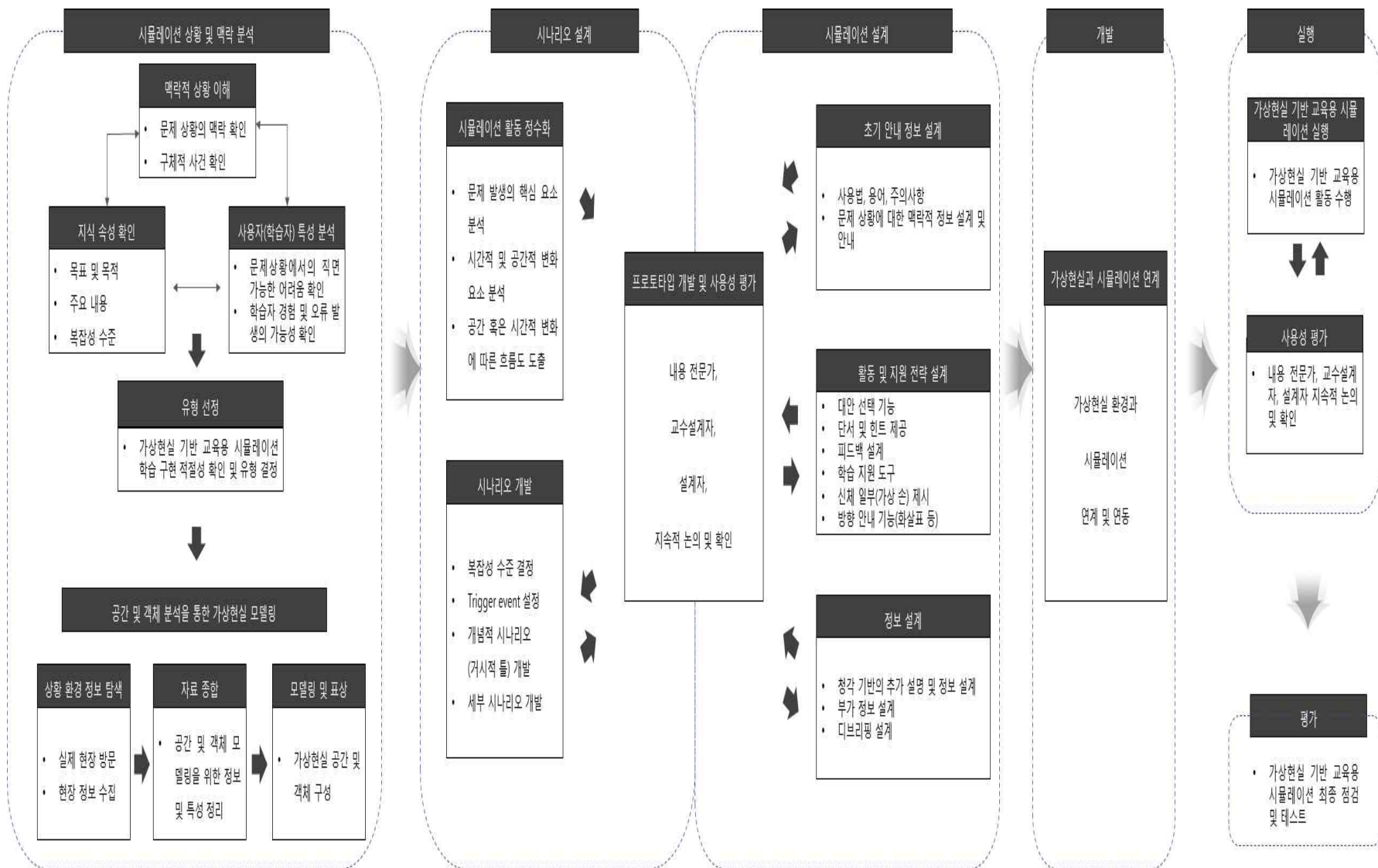
“시나리오 설계가 중점적인 부분을 차지한다고 생각해요. 시나리오는 가상현실 시뮬레이션의 진행을 포함하는 도면같은 것이예요. 그래서 단계별 접근이 필요하구요 순서도를 개발을 통해 어떠한 전개를 해 나아갈 것인가를 결정해요” (면담자 A)

이상의 전문가 면담을 통해 확인된 주요 사항과 도출한 초기 설계원리, 시뮬레이션 설계모형 관련 연구가 지니는 주요 특성과 시사점을 기반으로 ADDIE 모형의 분석, 설계, 개발, 실행, 평가의 절차의 관련성을 검토하여 종합하였다. 종합한 결과는 <표 IV-7>와 같으며 초기 절차 모형은 [그림 IV-29]와 같다.

<표 IV-7> 초기 설계원리, 주요 설계모형의 특성, 전문가 면담 시사점의 모형화

구분	주요 내용	분석	설계		개발	실행	평가
			시나리오	시물레이션			
설계 원리	맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 사건의 맥락과 특징을 분석하여 가상현실 기반의 교육용 시물레이션에 적용될 속성을 파악한다.	●					
	현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시물레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.	●		●			
	실제적 정수화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 다양한 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시물레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 중심으로 모델링하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.	●	●				
	복잡성 수준 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시물레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하고 이를 반영한다.		●	●			
	초기 정보 제공 원리 : 가상현실이 사용자에게 야기할 수 있는 주의 분산을 없애고 교육적 이해를 높이기 위해 시물레이션 활동 이전 단계에서 주요 정보를 제공한다.			●			
	입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 입체적 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.		●	●			
	감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시물레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.			●			
	자율성 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 도움을 제공한다.			●			
	결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시물레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.			●			

구분	주요 내용	분석	설계		개발	실행	평가
			시나리오	시물레이션			
설계 모형 관련 연구 시사점	목표 및 목적 분석(이성태, 이향아, 양호일, 2007; Arthur, Levett-Jones, & Kable, 2012; Kirkley, Tomblin, & Kirkley, 2005)	●					
	실제 현장의 맥락, 문제, 원인, 사건 확인(Anderson, Aylor, & Leonard, 2008; Becker & Parker, 2012; Lemheney et al., 2016)	●					
	시나리오 설계(이성태, 이향아, 양호일, 2007; Kirkley, Tomblin, & Kirkley, 2005; Lemheney et al., 2016)		●				
	시물레이션 활동 순서도(이성태, 이향아, 양호일, 2007; Becker & Parker, 2012)			●			
	공간 및 객체 등의 환경(Gore & Lioce, 2014; Nanji, Baca, & Raemer, 2013)	●		●			
	사용자 대상 및 특성 분석(이성태, 이향아, 양호일, 2007; Becker & Parker, 2012; Kirkley, Tomblin, & Kirkley, 2005)	●					
	프로토타입(스토리보드) 개발 및 사용성 평가(이성태, 이향아, 양호일, 2007; Becker & Parker, 2012; Kirkley, Tomblin, & Kirkley, 2005)		●	●		●	
	작동이 가능한 형태 구현(Becker & Parker, 2012; Lemheney et al., 2016)				●		
	정보 설계(Raemer, Anderson, Cheng, Fanning, Nadkarni, & Savoldelli, 2011)			●			
	실제 작동 및 점검(이성태, 이향아, 양호일, 2007; Becker & Parker, 2012; Lemheney et al., 2016)					●	●
전문가 면담	실제 현장에서의 사용 목표 및 목적 분석	●					
	문제 상황 및 사용자 경험 분석	●					
	현실에서 직면 가능한 내용 및 경험 반영		●				
	사용성 평가		●	●		●	●
	거시적인 시나리오 틀 구성 및 내용 설계		●				
	흐름도(순서도) 개발		●				



[그림 IV-29] 절차 모형(1차)

분석 단계는 교육용 시뮬레이션을 설계하기 앞서 필수적으로 고려해야 할 구체적 사건 혹은 상황에서의 맥락과 어떠한 목적과 목표를 달성하기 위해 설계할 것인지를 확인하는 지식 속성 확인, 예상 사용자의 특성을 분석하는 사용자 특성 분석 단계가 포함된다. 이상의 분석 단계를 거쳐 어떠한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 개발할지를 결정하는 유형 선정이 이루어진다. 이와 함께 교육용 시뮬레이션을 가상현실 형태로 구현하기 위해 고려해야 할 상황 및 환경적 정보 탐색, 모델링을 위한 3차원 공간 및 객체 분석과 표상이 포함된다.

설계 및 개발 단계는 교육용 시뮬레이션의 핵심 요소로 고려되는 시나리오 설계와 시뮬레이션에서의 교육적 요소에 대한 설계 및 개발이 이루어진다. 시나리오 설계의 경우 분석을 통해 확인된 주요 사항 중 핵심적인 요소를 결정하는 정수화 과정이 이루어지며 이에 따른 흐름도와 구체적 시나리오가 설계되는 특성을 지닌다. 이와 함께 시뮬레이션 설계 및 개발에서는 효과적인 교육용 시뮬레이션이 개발되기 위해 고려해야 할 초기 정보 제공, 구체적 활동과 이의 지원 요소, 부가 정보 및 평가 결과에 대한 피드백 제공 등의 설계가 이루어진다. 특히, 설계 및 개발 단계는 지속적인 프로토타입 개발과 사용성 평가를 통해 최적화된 설계 및 개발이 이루어질 수 있는 특성을 반영한다. 개발된 각각의 요소를 가상현실과의 연동을 통해 구체적 형태로 개발이 이루어진다.

실행 단계는 실제적으로 개발된 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를 사용하여 활동을 수행하는 단계이다. 실행 과정에서의 사용성 평가를 실시하여 추가적인 오류와 개선점을 확인하는 과정이 이루어진다. 마지막 평가 단계에서는 최종 점검과 이에 대한 평가 결과를 통해 최종 검수 작업이 이루어지는 특성을 반영한다.

2. 설계원리 및 모형의 내적 타당화 결과

도출된 초기 구성요소, 설계원리 및 지침, 절차 모형에 대한 전문가 타당화는 총 네 차례에 걸쳐 이루어졌다. 네 차례 중 4차 타당화는 모형 적용을 통해 프로토타입을 개발한 설계팀을 대상으로 형성적 차원에서 진행하였다. 전문가 대상의 내적 타당화 결과를 제시하면 다음과 같다.

가. 1차 전문가 타당화 결과 및 검토 의견

1차 전문가 타당화는 크게 1) 구성요소, 2) 설계원리 도출 과정, 3) 설계원리 전반 및 개별 설계원리와 이에 포함되는 설계 지침에 대한 검토, 4) 절차 모형에 대한 검토가 이루어졌다.

1) 구성요소에 대한 타당화 결과

구성요소에 대한 타당화는 크게 문헌 탐색의 적절성, 문헌 분석 결과 반영의 적절성, 핵심 구성요소에 대한 타당성, 구성요소 표현 및 이에 대한 수준, 구성요소와 원리 연결의 타당성 측면에서 이루어졌다. 각 항목에 대한 내용 타당도와 평가자별 일치도 결과를 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-8> 구성요소에 대한 1차 타당화 결과

항목	전문가							평 균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
문헌 탐색 적절성	4	4	4	4	3	4	3	3.71	0.49	1.00	0.78
문헌 분석 반영 적절성	4	4	3	4	4	4	3	3.71	0.49	1.00	
구성요소 타당성	4	4	4	4	3	4	4	3.86	0.38	1.00	
용어 수준의 적절성	4	2	3	4	4	3	3	3.29	0.76	0.86	
· 맥락 활동 시나리오	4	3	4	3	4	4	3	3.57	0.53	1.00	
· 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용	4	4	3	3	4	4	4	3.71	0.49	1.00	
· 현실적 인터페이스	4	3	3	3	3	4	2	3.14	0.69	0.86	
· 시뮬레이션 활동 피드백	4	4	4	3	4	4	3	3.71	0.49	1.00	
구성요소와 원리의 연결성	4	4	4	3	4	4	3	3.71	0.49	1.00	

구성요소 도출에 대한 전문가 타당화 결과를 살펴보면 문헌 탐색 적절성(M=3.71, SD=.49), 문헌분석의 내용이 적절하게 반영되었는지를 확인하는 문헌 분석 반영의 적절성(M=3.71, SD=.49), 구성요소가 타당한지를 확인하는 타당성(M=3.86, SD=.38), 용어가 적절하게 표현되었는지에 대한 용어 수준의 적절성(M=3.29, SD=.76), 구성요소에 따른 원리가 적절하게 이루어졌는지에 대한 연결성(M=3.71, SD=.49)로 총 다섯 가지 항목 모두 비교적 높은 수준의 점수를 받은 것으로 나타났다. 내용 타당도의 경우 용어 수준의 적절성(.86)을 제외한 항목에서 1.00으로 내용 타당도가 높은 수준으로 나타났으며 평가자 간 일치도는 .78으로 보통 수준으로 확인되었다. 특히, 용어 수준의 적절성 측면에서 내용 타당도가 다른 부분에 비해 다소 낮은 것으로 나타나 이에 대한 수정이 필요할 것으로 판단되었다.

보다 세부적인 측면에서 수정 및 개선 방안을 확인하고자 반 구조화된 질문을 활용하여 확인된 면담 내용 혹은 의견을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-9> 구성요소에 대한 1차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
용어 변경	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기술적 특성이 상당히 강조되는 용어가 사용됨(전문가 B) ■ 콘텐츠의 특성이 반영될 수 있는 측면을 고려해야 함(전문가 C, G) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ‘현실적 인터페이스’ 용어 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 보다 의미를 명확하게 나타냄과 동시에 교육적 의미가 드러날 수 있도록 용어를 변경함 ‘가상현실 연계 어포던스’
설계원리와의 관련성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 인터페이스 구성요소와 실제적 정수화 원리의 관련성 낮음(전문가 B) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 설계원리 3. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 설계원리 3.에서 해당 구성요소 삭제

구체적인 수정 의견은 크게 구성요소에 대한 용어 변경과 구성요소와 설계와의 관련성을 고려한 수정이 이루어질 필요가 있음을 확인하였다. 특히, 용어 변경 측면에서는 인터페이스라는 용어가 기술적 특성을 내포

하고 있음에 따라 보다 교육적 측면을 고려함과 동시에 콘텐츠 설계의 특성이 반영되는 용어로 수정될 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 이에 따라 교육적 의미를 보다 나타냄과 동시에 본 연구의 특성이 보다 강조될 수 있도록 가상현실 연계 어포던스로 수정이 이루어졌다. 다음으로 구성요소와 설계원리와의 관련성 측면에서는 현실적 인터페이스 구성요소가 설계원리 3의 실제적 정수화 측면과의 연관성이 다소 낮다는 의견을 확인해 볼 수 있었다. 의견을 반영하여 설계원리 3의 실제적 정수화 측면에서 구성요소에 대한 삭제가 이루어졌다.

2) 설계원리 도출 과정 타당화 결과

설계원리를 적절하게 도출하였는지를 확인하기 위해 중점적으로 자료 수집 및 분석이 이루어진 세 가지 측면으로서 사례 분석, 전문가 면담, 선행 문헌 및 기저 이론에 대한 탐색과 분석 측면에서 전문가 타당화가 이루어졌다. 설계원리 도출과 관련된 전문가 타당화 결과를 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-10> 설계원리 도출 과정에 대한 전문가 타당화 결과

구분		전문가							평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		A	B	C	D	E	F	G				
사례 분석	사례 분석 수행의 적절성	4	4	3	3	3	4	3	3.43	0.53	1.00	1.00
	사례 분석 결과 반영의 적절성	4	4	3	4	4	4	4	3.86	0.38	1.00	
전문가 면담	전문가 면담의 내용 적절성	4	3	4	3	4	4	3	3.57	0.53	1.00	
	전문가 면담 결과 반영의 적절성	4	4	4	4	4	4	3	3.86	0.38	1.00	
기저 이론 (선행 문헌)	기저 이론(선행문헌) 탐색의 적절성	4	4	3	3	3	4	3	3.43	0.53	1.00	
	기저 이론(선행문헌) 분석의 적절성	4	3	3	4	4	4	4	3.71	0.49	1.00	

설계원리 도출 과정 중 사례 분석이 적절하게 수행되었는지에 대한 사례 분석 수행의 적절성($M=3.43$, $SD=.53$), 사례 분석을 통해 도출된 결과를 설계원리로 잘 반영하였는지에 대한 적절성($M=3.86$, $SD=.38$), 전문가 면담이 적절하게 이루어졌는지에 대한 전문가 면담 수행의 적절성($M=3.57$, $SD=.53$), 전문가 면담 결과가 적절하게 반영되었는지에 대한 전문가 면담 결과 반영의 적절성($M=3.86$, $SD=.38$), 적절한 기저 이론(선행 문헌)에 대한 탐색 및 확인이 이루어졌는지에 대한 기저 이론(선행

문헌) 탐색의 적절성(M=3.43, SD=.53), 기저 이론(선행 문헌)에 대한 내용 분석을 통한 원리 도출에 해당하는 기저 이론(선행 문헌) 분석의 적절성(M=3.71, SD=.49)로 여섯 가지 항목 모두 높은 수준의 적절성을 지닌 것으로 나타났다. 또한, 내용 타당도와 평가자간 일치도 모두 1.00으로 나타나 설계원리에 대한 도출 과정이 타당하게 이루어졌음을 확인해 볼 수 있었다.

3) 설계원리 및 지침에 대한 타당화 결과

설계원리에 대한 전문가 타당화는 설계원리 전반, 세부적인 측면에서의 개별 설계원리 및 지침 측면에서 검토가 이루어졌다. 설계원리 전반의 경우 크게 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면에서 이루어졌다. 설계원리 전반에 대한 타당화 결과를 제시하면 아래와 같다.

<표 IV-11> 설계원리 전반에 대한 1차 전문가 타당화 결과

구분	전문가							평균	표준편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
타당성	4	4	4	4	3	4	2	3.57	0.79	0.86	
설명력	4	2	3	3	4	3	2	3.00	0.82	0.71	
유용성	4	2	3	3	3	4	3	3.14	0.69	0.86	0.40
보편성	4	4	4	3	4	3	3	3.57	0.53	1.00	
이해도	4	3	4	3	3	3	4	3.43	0.53	1.00	

타당화 결과 타당성(M=3.57, SD=.79), 설명력(M=3.00, SD=.82), 유용성(M=3.14, SD=.69), 보편성(M=3.57, SD=.53), 이해도(M=3.43, SD=.53)으로 설명력을 제외한 네 가지 항목은 다소 높은 수준의 점수를 받아 타당화하다고 판단 가능하다. 내용 타당도 측면의 경우 보편성과 이해도는 높은 타당성을 나타냈다. 타당성(CVI=.86), 유용성(CVI=.86)은 다른 영역과 비교하여 볼 때, 내용타당도가 상대적으로 낮아 이에 대한 수정이 필요

요함을 확인해 볼 수 있었다. 특히, 설명력(CVI=.71)은 다른 영역과 비교하여 볼 때 내용 타당도가 .80 이하로 보다 사용자의 접근을 고려한 구체적 수정 및 보완에 대한 개선점 확인이 이루어졌다.

설계원리 전반에 대한 구체적인 수정 사항과 이에 대한 개선 방안의 의견을 정리하여 제시하면 아래와 같다.

<표 IV-12> 설계원리 전반에 대한 1차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
실제적 단계의 구분	설계원리를 참고하여 자료 수집 및 분석을 중점적으로 수행하는지 혹은 실제적인 설계 및 개발을 중점적으로 수행하는지 구분 필요(전문가 C)	■ 설계원리 전반	■ 설계원리를 자료 수집 및 분석, 실제적 설계 및 개발 과정으로 구분
실제적 활용 고려	사용자의 입장을 보다 고려하여 원리를 설명할 필요가 있음(전문가 E, F)	■ 설계원리 전반	■ 실제적 측면에서 자료 수집 및 분석적 활동이 이루어지는 원리 및 이에 포함되는 설계 지침에서 자료 수집 및 분석에 대한 구체적 방법을 별도로 제시
	최종적으로 도출된 원리 및 설계지침을 활용하는 사용자가 어떠한 측면에서 자료를 수집하고 분석해야 하는지 접근하기 어려움(전문가 B, C, G)	■ 자료 수집 및 분석에 해당되는 설계원리	

특히, 설계원리 전반에 대해서는 이를 실제적인 측면에서 보다 활용성을 높이기 위한 접근 필요성을 확인해 볼 수 있었다. 실제로 설계원리를 적용하는 단계가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계 하기 위한 자료 수집 및 분석에 해당되는 것인지 혹은 실제적인 콘텐츠 설계 및 개

발 과정과 직접적으로 관련성을 지니는 것인지를 나타낼 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 또한, 최종적으로 도출할 원리를 활용할 사용자 입장을 보다 고려한 설명이 이루어져야 한다는 점, 어떠한 측면에서 자료 수집 및 분석이 이루어질 수 있는지 이해하기 어렵다는 의견이 제기되었다. 이상의 의견을 반영하여 설계원리 중 자료 수집 및 분석, 실제적 설계 및 개발 과정을 구분하였으며 각각의 측면에서 구체적인 방법을 포함하는 방향으로 개선하였다.

다음으로 개별 설계원리 및 이에 포함되는 설계 지침에 대한 타당화 결과를 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-13> 설계원리 및 지침에 대한 1차 타당화 결과

구분	전문가							평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
1. 맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 사건의 맥락과 특징을 분석하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.	4	3	3	4	4	3	2	3.29	0.76	0.86	0.50
1.1. 실제 상황 혹은 현장에서 경험할 수 있는 맥락이 무엇인지를 탐색하게 하라	4	3	3	4	3	4	2	3.29	0.76	0.86	
1.2. 실제 상황 혹은 현장 맥락에서 대상자가 어떠한 어려움을 겪는지에 대한 구체적 사건을 탐색하라	4	2	3	4	3	4	3	3.29	0.76	0.86	
1.3. 여러 문제 중 가장 중요하다고 고려되는 사항이 무엇인지를 해당 맥락의 전문가와 논의 후 선정하라	4	3	4	4	4	4	2	3.57	0.79	0.86	
1.4. 현상에 대한 분석을 통해 지식의 속성(목표, 유형, 복잡성 수준 등)이 무엇인지를 도출하라	4	4	2	3	4	4	3	3.43	0.79	0.86	
1.5. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상에 대한 특성을 분석하라	4	4	3	4	2	3	3	3.29	0.76	0.86	
1.6. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 실험적(experiment)인지 경험적(experience) 유형인지 결정하라											
* 실험적 유형 : 실험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 문제에 대한 구체적인 답이 있는 형태로 사용자의 조작을 통해 지식을 습득함	4	3	4	2	3	4	3	3.29	0.76	0.86	
** 경험적 유형 : 경험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자가 다른 객체(아바타)와의 의사소통 기반의 상호작용을 통해 지식을 습득함											

구분	전문가							평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
2. 현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.	4	2	3	4	3	4	4	3.43	0.79	0.86	
2.1. 현실에서의 공간 및 객체가 지니는 주요 특성을 확인하기 위해 현장에 방문해서 확인하라	4	3	4	3	4	3	4	3.57	0.53	1.00	
2.2. 가상현실 환경을 구성하기 위해 시뮬레이션이 반영될 실제 환경을 촬영하라	4	4	3	4	4	3	2	3.43	0.79	0.86	
2.3. 실제 공간 및 객체를 가상현실에 구성하기 위해 사진을 촬영한 후 크기를 측정하고 특성을 작성하라	4	4	4	3	4	3	2	3.43	0.79	0.86	
2.4. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원적으로 표상한 후 렌더링(rendering)을 통해 3차원적 형태, 표면, 색채, 깊이(depth), 공간감을 표상하라	4	3	4	4	4	4	4	3.86	0.38	1.00	
3. 실제적 정수화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 다양한 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 중심으로 모델링하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.	4	4	3	3	4	4	2	3.43	0.79	0.86	
3.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제에서의 핵심적 요소가 무엇인지 확인하게 하라	4	4	4	4	4	4	3	3.86	0.38	1.00	
3.2. 현실에서의 복잡성을 핵심적 요소에 따른 시간적 및 공간적 변화에 따라 단순화 하라	4	3	2	4	3	3	3	3.14	0.69	0.86	

구분	전문가							평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
3.3. 시간 및 공간적 변화가 반영된 이야기 형태의 시나리오를 구성하기 위해 일련의 절차가 포함된 흐름도(flow chart)로 나타내게 하라	4	4	3	3	4	4	3	3.57	0.53	1.00	
3.4. 일련의 핵심 내용이 포함된 스토리보드를 구현하여 개념적으로 설계하라	4	3	4	2	4	3	4	3.43	0.79	0.86	
4. 복잡성 수준 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하고 이를 반영한다.	4	4	3	4	3	4	3	3.57	0.53	1.00	
4.1. 전체 단계가 복잡한 경우 이를 단계별로 구분하라	4	4	4	4	4	4	3	3.86	0.38	1.00	
4.2. 사용자의 수준을 고려하여 구체적 안내 등이 이루어질 수 있는 단계별 훈련 및 연습, 별도의 안내가 이루어지지 않는 최종 시뮬레이션 형태 모두를 고려하라	4	3	3	4	3	4	3	3.43	0.53	1.00	
4.3. 단계의 수준이 적절하지 않는 경우 다른 수준으로 변경할 수 있도록 하라	4	3	3	2	4	4	4	3.43	0.79	0.86	
5. 초기 정보 제공 원리 : 가상현실이 사용자에게 야기할 수 있는 주의 분산을 없애고 교육적 이해를 높이기 위해 시뮬레이션 활동 이전 단계에서 주요 정보를 제공한다.	4	4	4	3	4	4	2	3.57	0.79	0.86	
5.1. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용자가 활용하기에 앞서 학습 내용과 관련있는 용어, 사용법, 주의 사항 등을 안내하라	4	4	4	3	4	4	4	3.86	0.38	1.00	

구분	전문가							평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
5.2. 사건이 일어난 주요 맥락을 포함한 설명이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 초반 도입 부분에 제시하여 교육용 시뮬레이션에 대한 이해를 향상시켜라	4	4	3	4	4	4	3	3.71	0.49	1.00	
6. 입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 입체적 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.	4	4	3	4	4	4	3	3.71	0.49	1.00	
6.1. 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건(trigger event)를 설정하라	4	4	4	4	4	4	3	3.86	0.38	1.00	
6.2. 가상현실 기반 시뮬레이션에서 사용자는 1인칭 시점에서 사건에서 주인공 역할로 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하라	4	4	3	4	4	4	3	3.71	0.49	1.00	
6.3. 의견(대안) 선택 전 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색 혹은 조작하도록 하라	4	4	3	4	4	4	3	3.71	0.49	1.00	
6.4. 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라	4	3	4	4	3	4	4	3.71	0.49	1.00	
6.5. 주어진 상황에 대한 사용자의 의견 반영 및 선택으로 인해 상이한 결과가 나타나게 하라	4	4	3	4	4	4	4	3.86	0.38	1.00	
6.6. 대안 선택으로 인하여 결과가 제시될 경우 시각뿐만 아니라 청각적 요소를 통해 추가적인 설명과 정보를 제공하라	4	4	3	4	3	4	3	3.57	0.53	1.00	

구분	전문가							평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
7. 감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.	4	3	4	4	4	4	3	3.71	0.49	1.00	
7.1. 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라	4	4	4	4	4	4	3	3.86	0.38	1.00	
7.2. 구체적인 방향성을 안내하는 가이드(방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라	4	3	4	4	4	4	4	3.86	0.38	1.00	
8. 자율성 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 도움을 제공한다.	4	2	2	4	4	4	3	3.29	0.95	0.71	
8.1. 사용자에게 특정 물체나 사건에 대한 주요 정보를 제공하고자 하는 경우 이를 나타내는 표시를 제시하고 이를 직관적으로 바라보았을 때 특정 부가 정보가 제시되게 하라	4	2	4	3	3	3	4	3.29	0.79	0.86	
8.2. 사용자가 시뮬레이션 진행 혹은 방향 등에 복잡하거나 어렵다고 인식하는 경우 도움을 제공할 수 있는 단서를 제공하라	4	4	3	4	3	4	2	3.43	0.79	0.86	
8.3. 학습 지원 도구 등을 활용하여 사용자의 현재 상황을 안내하라	4	4	2	4	4	3	3	3.43	0.79	0.86	

구분	전문가							평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
9. 결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.	4	2	4	4	4	4	4	3.71	0.76	0.86	
9.1. 주요 단계에서 핵심적인 내용에 대한 이해 수준을 확인할 수 있는 퀴즈나 질문을 제시하고 선택하게 하라	4	4	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
9.2. 잘못된 선택을 하게 되는 경우 무엇이 잘못되었는지에 대한 즉각적이고 구체적 피드백을 제공하라	4	2	4	4	4	4	2	3.43	0.98	0.71	
9.3. 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라	4	4	4	4	3	4	4	3.86	0.38	1.00	
9.4. 구체적 피드백 후 관련 내용이나 이론을 학습하도록 가상현실에서 멀티미디어 자료를 추가로 제시하도록 하라	4	3	3	2	2	4	4	3.14	0.90	0.71	
9.5. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라	4	4	3	4	4	4	4	3.86	0.38	1.00	

개별 설계원리에 대한 전문가 타당화 분석 결과, 설계 1의 맥락 분석 원리(M=3.29, SD=.76), 설계 2의 현실 반영 원리(M=3.43, SD=.79), 설계 3의 실제적 정수화 원리(M=3.43, SD=.79), 설계 4의 복잡성 수준 원리(M=3.57, SD=.53), 설계 5의 초기 정보 제공 원리(M=3.57, SD=.79), 설계 6의 입체적 탐색 및 조작 원리(M=3.71, SD=.49), 설계 7의 감각적 방향 안내 원리(M=3.71, SD=.49), 설계 8의 자율성 원리(M=3.29, SD=.95), 설계 9의 결과 제시 및 피드백 원리(M=3.71, SD=.76)으로 평균 점수의 경우 다소 높은 수준으로 타당한 것으로 해석 가능하다. 내용 타당도 분석 결과, 맥락 분석 원리(.86), 현실 반영 원리(.86), 실제적 정수화 원리(.86), 복잡성 수준 원리(1.00), 초기 정보 제공 원리(.86), 입체적 탐색 및 조작 원리(1.00), 감각적 방향 안내 원리(1.00), 자율성 원리(.71), 결과 제시 및 피드백 원리(.86)으로 자율성 원리를 제외한 설계원리가 .80 이상으로 타당도를 지닌 것으로 판단된다. 다만, 상대적으로 맥락 분석 원리, 실제적 정수화 원리, 자율성 원리, 결과 제시 및 피드백 원리는 다른 설계원리보다 다소 미흡한 결과가 나타나 이에 대한 수정 혹은 보완이 필요하며 특히, 자율성 원리의 경우 특성을 명확하게 드러내지 못하므로 이에 대한 용어 변경이 필요하다고 볼 수 있다. 이와 함께 세부적인 측면에서 설계 지침 9.2와 9.4의 경우 적절하지 않은 것으로 나타나 이에 대한 전면적 수정 혹은 삭제가 필요할 것으로 판단된다. 특히, 평가자 간 일치도가 .50로 낮은 수준으로 나타나 설계원리와 설계 지침 전반에 대한 수정이 필요한 것으로 판단된다. 구체적인 측면에서 추가, 수정 및 보완이 필요한 사항을 확인하고자 전문가 검토를 실시하여 이에 대한 의견을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-14> 개별 설계원리 및 지침에 대한 1차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
원리 위계 고려	서로 상당히 밀접한 연관성을 지닌 원리가 서로 구분되어 있음 (전문가 C, D, F)	<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 1. 맥락 분석 원리 설계원리 2. 현실 반영 원리 설계원리 3. 실제적 정수화 원리 	<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 1과 설계원리 3이 서로 밀접한 관련성을 지니므로 순서 변경

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
설계지침 유사성 고려	서로 유사한 특성을 지닌 설계지침 통합 (전문가 F)	<ul style="list-style-type: none"> 설계지침 1.1와 1.2 설계지침 2.2와 2.3 	<ul style="list-style-type: none"> 통합하여 제시
표현 혹은 용어의 부적합성	실제 설계 및 개발 특성과 부합하지 않은 용어 혹은 표현 (전문가 E)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 3.2. 	<ul style="list-style-type: none"> 시간적 및 공간적 변화에 따라 단순화를 움직임 변화에 따라 단순화 하 라 로 수정
		<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 3.4. 	<ul style="list-style-type: none"> 스토리 보드 와 개념적 설계의 의미가 상충되므로 표현 수정
	표현이 적절하지 않음 (전문가 B, C, G, E, F)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.3 설계 지침 1.4 설계 지침 8.1 	<ul style="list-style-type: none"> 윤문 및 연구 특성을 고려한 표현 수정
	표현 혹은 용어가 다소 구체적이지 않음 (전문가 B, C, E)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.5 설계 지침 1.6 설계 지침 8.2 설계 지침 8.3 	<ul style="list-style-type: none"> 표현 혹은 용어를 추가하여 구체화
	불필요한 수식어가 존재함 (전문가 F)	<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 3. 	<ul style="list-style-type: none"> 용어를 한정하는 수식어 삭제
	용어가 본 연구의 특성과 적합하지 않으며 설계지침을 함축적으로 나타내거나 대표하지 않음 (전문가 B, C, E, G)	<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 5. 	<ul style="list-style-type: none"> 초기 정보 제공 원리 → 초기 안내 원리
		<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 8. 	<ul style="list-style-type: none"> 자율성 원리 → 현실 보강 원리

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 적합성 확인의 중요성 고려 (전문가 B, G)	■ 설계원리 1.	■ 설계원리 1.에서 설계 지침 추가
설계 지침 추가 및 보완	사용자의 수준에 따른 피드백 전략이 상이하게 적용 가능함 (전문가 B)	■ 설계 지침 9.2.	■ 초심자의 경우 인위적이고 즉 각적 피드백 제 공 ■ 관련 경험이 있 는 경우 자연적 피드백 제공
설계 지침 삭제	적합하지 않은 설계 지침 (전문가 D, E)	■ 설계 지침 9.4	■ 삭제

1차 전문가 검토 결과를 요약하여 수정한 사항을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 원리 간 위계를 고려한 수정이 필요하다. 특히, 설계원리 1의 맥락 분석 원리와 설계원리 3의 실제적 정수화 원리가 서로 밀접한 관련성을 지닌다는 의견이 제시되었다. 이는 1차 전문가 타당화 결과 중 설계원리 1과 설계원리 3의 전문가 타당화 결과가 다른 설계원리와 비교하여 볼 때, 상대적으로 낮게 나타난 원인이다. 따라서 순서를 고려하여 기존 설계원리 3인 실제적 정수화를 설계원리 2로 순서 변경이 이루어졌다.

둘째, 설계 지침 간의 유사성을 고려한 통합이 이루어졌다. 설계원리 내 세부 설계 지침 간의 구분이 불필요하다는 의견이 제기됨에 따라 유사한 설계지침은 서로 통합하는 과정이 이루어졌다.

셋째, 표현 및 용어가 다소 부정확하여 이를 수정하였다. 실제적인 설계 및 개발의 특성을 고려한 용어가 사용되지 않는 점, 표현이 다소 적절하지 않은 점, 구체적이지 않은 점, 불필요한 수식어로 인해 제한을 두는 점에 해당하는 의견이 제기되었다. 또한, 설계원리가 설계 지침을 모두 포괄하지 않는 경우가 있다는 의견이 제기되어 이에 대한 수정이 이

루어졌다. 예컨대, 설계원리 5의 초기 정보 제공 원리는 초기 안내 원리로 수정하였으며, 자율성 원리는 현실 보장 원리로 설계원리에 대한 용어 및 표현 수정이 이루어졌다.

넷째, 설계 지침에 대한 추가 및 보완이 이루어졌다. 특히, 설계원리 1의 맥락 분석 원리의 경우 본 설계원리 및 모형 적용을 통해 최종적으로 도출되는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를 분석 단계에서 이에 대한 적합성을 확인하는 측면이 중요하다는 의견이 제시되어 이에 대한 설계 지침이 추가되었다. 또한, 결과 및 피드백 설계원리에 포함되는 설계 지침의 경우 사용자의 수준에 따라 상이한 피드백이 제공되어야 한다는 점을 고려하여 이에 대한 보완이 이루어졌다.

마지막으로 적합하지 않은 설계 지침이 삭제되었다. 앞서 이루어진 전문가 타당화 결과를 통해 확인된 설계 지침 9.4는 본 연구 목적과 특성을 고려하여 볼 때, 적합하지 않은 설계 지침으로 판단된다는 의견이 제기되었다. 이를 반영한 삭제가 이루어졌다.

이상의 사항을 반영한 2차 설계원리 및 지침은 다음과 같다.

<표 IV-15> 2차 설계원리 및 지침

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
맥락 활동 시나리오	1. 맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 사건의 맥락과 특징을 분석하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.	자료 수집 및 분석
	1.1. 실제 상황 혹은 현장에서 경험할 수 있는 맥락과 대상자가 경험할 수 있는 구체적 사건을 탐색하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해당 분야의 전문가 면담 ■ 예상 대상자 면담
	1.2. 구체적 사건 속에서 가장 중요하게 고려되어야 하는 내용이 무엇인지를 선정하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문가 면담 ■ 필요수준과 수행 수준 분석
	1.3. 분석을 통해 확인된 지식의 속성(목표, 유형, 복잡성 수준 등)이 무엇인지를 종합하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표 형태로 정리
	1.4. 도출된 속성이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 설계 및 개발하는데 적합한지를 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문가 면담 ■ 예상 대상자 면담

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
	1.5. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상에 대한 특성(대상 범위, 대상자가 인식하는 어려움, 도달하고자 하는 목표에 대한 필요 수준)을 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 예상 대상자 면담
	1.6. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 실험적(experiment)인지 경험적(experience) 유형인지 결정하라 * 실험적 유형 : 실험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 문제에 대한 구체적인 답이 있는 형태로 사용자의 조작을 통해 지식 혹은 기술을 습득함 ** 경험적 유형 : 경험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자가 다른 객체(아바타)와의 의사소통 기반의 상호작용을 통해 지식 혹은 기술을 습득함	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문가 면담
맥락 활동 시나리오	2. 실제적 정수화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 중심으로 모델링하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발
	2.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제에서의 핵심적 요소가 무엇인지 확인하게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문가 면담
	2.2. 현실에서의 복잡성을 핵심적 요소에 따른 움직임 변화에 따라 단순화 하라	
	2.3. 시간 및 공간적 변화가 반영된 이야기 형태의 시나리오를 구성하기 위해 일련의 절차가 포함된 흐름도(flow chart)로 나타나게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 흐름도 작성
	2.4. 일련의 핵심 내용이 포함된 스토리보드를 구현하여 구체적으로 나타내라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 작성

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
가상현실 연계 어포던스	3. 현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발
	3.1. 현실에서의 공간 및 객체가 지니는 주요 특성을 확인하기 위해 현장에 방문해서 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 현장 방문 실제 환경 특성 작성
	3.2. 가상현실 환경 구성을 위해 시뮬레이션이 반영될 실제 환경을 묘사하기 위해 촬영한 후 크기 측정 및 특성을 작성하라	<ul style="list-style-type: none"> 사진/동영상 촬영 실제 측정 실제 환경 특성 작성
	3.3. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원으로 표상한 후 렌더링(rendering)을 통해 3차원적 형태, 표면, 색채, 깊이(depth), 공간감을 표상하라	<ul style="list-style-type: none"> 3차원 가상현실 공간 구현 소프트웨어 활용
맥락 활동 시나리오	4. 복잡성 수준 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하고 이를 반영한다.	실제적 설계 및 개발
	4.1. 전체 단계가 복잡한 경우 이를 단계별로 구분하라	<ul style="list-style-type: none"> 스토리보드 구체화 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	4.2. 사용자의 수준을 고려하여 구체적 안내 등이 이루어질 수 있는 단계별 훈련 및 연습, 별도의 안내가 이루어지지 않는 최종 시뮬레이션 형태 모두를 고려하라	
	4.3. 단계의 수준이 적절하지 않는 경우 난이도를 변경할 수 있도록 하라	
맥락 활동 시나리오	5. 초기 안내 원리 : 가상현실이 사용자에게 야기할 수 있는 주의 분산을 없애고 교육적 이해를 높이기 위해 시뮬레이션 활동 이전 단계에서 주요 정보를 제공한다.	실제적 설계 및 개발
	5.1. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용자가 활용하기에 앞서 학습 내용과 관련있는 용어, 사용법, 주의 사항 등을 안내하라	<ul style="list-style-type: none"> 스토리보드 구체화 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	5.2. 사건이 일어난 주요 맥락을 포함한 설명이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 초반 도입 부분에 제시하여 교육용 시뮬레이션에 대한 이해를 향상시켜라	

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
<p>맥락 활동 시나리오</p> <p>실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용</p>	6. 입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 입체적 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.	실제적 설계 및 개발
	6.1. 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건 (trigger event)를 설정하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	6.2. 가상현실 기반 시뮬레이션에서 사용자는 1인칭 시점에서 사건에서 주인공 역할로 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하라	
	6.3. 의견(대안) 선택 전 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색 혹은 조작하도록 하라	
	6.4. 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라	
	6.5. 주어진 상황에 대한 사용자의 의견 반영 및 선택으로 인해 상이한 결과가 나타나게 하라	
	6.6. 대안 선택으로 인하여 결과가 제시될 경우 시각뿐만 아니라 청각적 요소를 통해 추가적인 설명과 정보를 제공하라	
<p>실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용</p> <p>가상현실 연계 어포던스</p>	7. 감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.	실제적 설계 및 개발
	7.1. 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	7.2. 구체적인 방향성을 안내하는 가이드(방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라	

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 가상현실 연계 어포던스	8. 현실 보강 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 특정 부가 정보 혹은 도움을 제공한다.	실제적 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	8.1. 특정 부가 정보를 제공하는 대상 혹은 물체를 제시하고 사용자가 이를 접촉할 때 부가 정보를 제공하라	
	8.2. 사용자가 시뮬레이션 진행 혹은 방향 등에 복잡하거나 어렵다고 인식하는 경우 도움을 제공할 수 있는 단서 혹은 힌트를 제공하라	
	8.3. 학습 지원 도구(예, 시뮬레이션 진행 단계 확인할 수 있는 학습 맵 혹은 도움말)를 활용하여 사용자의 현재 상황을 안내하라	
시뮬레이션 활동 피드백	9. 결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.	실제적 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	9.1. 주요 단계에서 핵심적인 내용에 대한 이해 수준을 확인할 수 있는 퀴즈나 질문을 제시하고 선택하게 하라	
	9.2. 잘못된 선택을 하게 되는 경우 사용자의 수준을 고려하여 상이한 피드백을 제시하라 * 초심자 : 안내 메시지 제공 등을 활용하여 구체적으로 무엇이 잘못되었는지에 대해 즉각적 및 인위적 피드백을 제공하라 ** 사전 지식을 지닌 경험자 : 가상 인물이나 대상을 통해 제시하는 자연적 피드백을 제공하라	
	9.3. 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라	
	9.4. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라	

4) 절차 모형에 대한 타당화

도출된 초기 절차 모형에 대한 타당화는 절차 모형에 대한 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면에서 이루어졌다. 이에 대한 전문가 타당화 결과를 정리하면 다음과 같다.

<표 IV-16> 절차 모형에 대한 1차 전문가 타당화 결과

구분	전문가							평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	A	B	C	D	E	F	G				
타당성	4	4	4	4	4	2	4	3.71	0.76	0.86	0.20
설명력	4	2	4	4	3	3	4	3.43	0.79	0.86	
유용성	4	3	3	3	3	4	3	3.29	0.49	1.00	
보편성	4	4	3	3	4	2	3	3.29	0.76	0.86	
이해도	4	2	3	4	3	3	4	3.29	0.76	0.86	

절차 모형에 대한 1차 전문가 타당화 결과 설계모형에 대한 타당성(M=3.71, SD=.76), 설명력(M=3.43, SD=.79), 유용성(M=3.29, SD=.49), 보편성(M=3.29, SD=.76), 이해도(M=3.29, SD=.76)으로 다섯 가지 항목 모두 대체로 높은 점수를 받았으며 내용 타당도의 경우 모두 .8이상으로 타당성을 지닌다고 볼 수 있다. 다만, 평가자간 일치도가 .2로 평가자 간 타당화 결과가 일치하지 않아 구체적인 측면에서 수정 및 보완이 필요하다는 점을 확인하였다. 세부적인 측면에서 절차 모형에 대한 수정 및 보완을 위한 1차 전문가 검토 의견과 이에 대한 수정 및 보완 사항을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-17> 절차 모형에 대한 1차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
절차 모형 활용 순서에 대한 복잡성	설계모형 활용을 보다 명확하게 알 수 있도록 수정 (전문가 B, F)	<ul style="list-style-type: none"> 절차 모형 전반 	<ul style="list-style-type: none"> 각 모형의 단계를 보 다 명확하게 제시하 고 각 단계에서 진행 순서를 명확하게 알 수 있도록 함

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
			<ul style="list-style-type: none"> 주요 단계에 포함되는 세부 단계가 있을 경우 제시함
	<p>처음으로 설계모형을 접하는 사용자의 경우 이해하기 어려움 (전문가 B, G)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 절차 모형 전반 	<ul style="list-style-type: none"> 두 가지 모형 형태로 제시함(주요 특성이 반영된 거시적 형태의 모형 / 이를 세분화한 모형)
실제적 특성 반영	<p>분석 및 설계 단계 후 가상현실로 구현할 때 소프트웨어를 활용함 (전문가 G)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 개발 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 저작용 소프트웨어를 활용하여 개발이 이루어지는 점 반영
용어 및 표현 정교화	<p>의미를 보다 강조할 수 있도록 수정함 (전문가 D, F)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 프로토타입 개발과 사용성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> 프로토타입 개발 : 스토리보드 개발을 위한 구체화의 의미를 명시함 사용성 평가 : 지속적 수정 및 보완의 의미를 명시함
	<p>용어 및 표현의 통일성을 고려하여 수정함 (전문가 C, F, G)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 절차 모형 표현 전반 	<ul style="list-style-type: none"> 용어 표현이 보다 명확하게 드러날 수 있도록 수정
	<p>용어 및 표현의 명확성을 고려하여 수정함 (전문가 B, F)</p>		<ul style="list-style-type: none"> 용어 표현의 수준을 통일하여 수정
용어의 위계	<p>별도의 순서로 고려되기 보다는 단계를 거쳐 이루어지는 결과이므로 단계에서 추출해야 함 (전문가 B)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 모델링 정수화 	<ul style="list-style-type: none"> 단계에 포함되기 보다는 단계를 거쳐 이루어지는 결과이므로 별도로 제시함

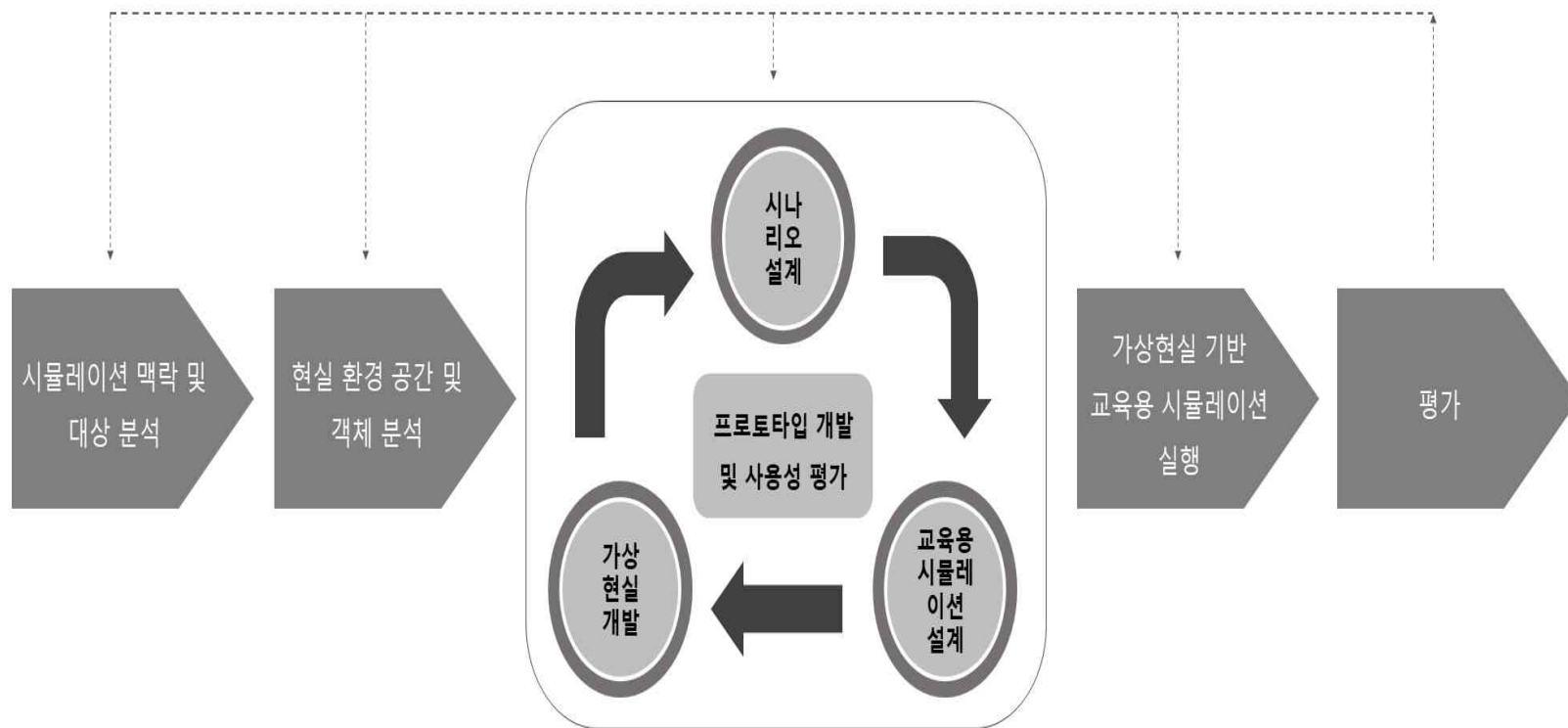
가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 절차 모형에 대한 1차 전문가 검토 결과 크게 네 가지 측면에서 수정 및 보완 의견을 확인하였다. 첫째, 절차 모형의 활용 순서가 다소 복잡하다는 점이다. 설계모형을 활용할 대상자들이 어떠한 순서와 단계에 따라 설계모형을 사용해야 하는지 알기 어렵다는 의견이 제시되었다. 이와 함께 상당히 복잡한 순서로 인하여 절차 모형을 처음 접하는 사용자의 이해 수준이 낮을 수 있다는 가능성을 지니므로 설계모형 전반에 수정을 통해 거시적인 측면에서 본 절차 모형의 특성을 나타내는 일반적 설계 절차 모형, 세부 절차가 모두 포함된 형태의 세부 절차 안내 모형 두 가지 형태로 개발하여 제시하는 것이 효과적이라는 의견을 반영하여 이에 대한 개선이 이루어졌다.

둘째, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 실제적 특성이 반영될 필요가 있다는 점이다. 분석 및 설계 단계 후 개발단계에서 교육용 시뮬레이션을 가상현실 형태로 구현할 때 다양한 소프트웨어를 활용하여 가상현실과 시뮬레이션의 연계를 통한 개발 단계를 추가하였다.

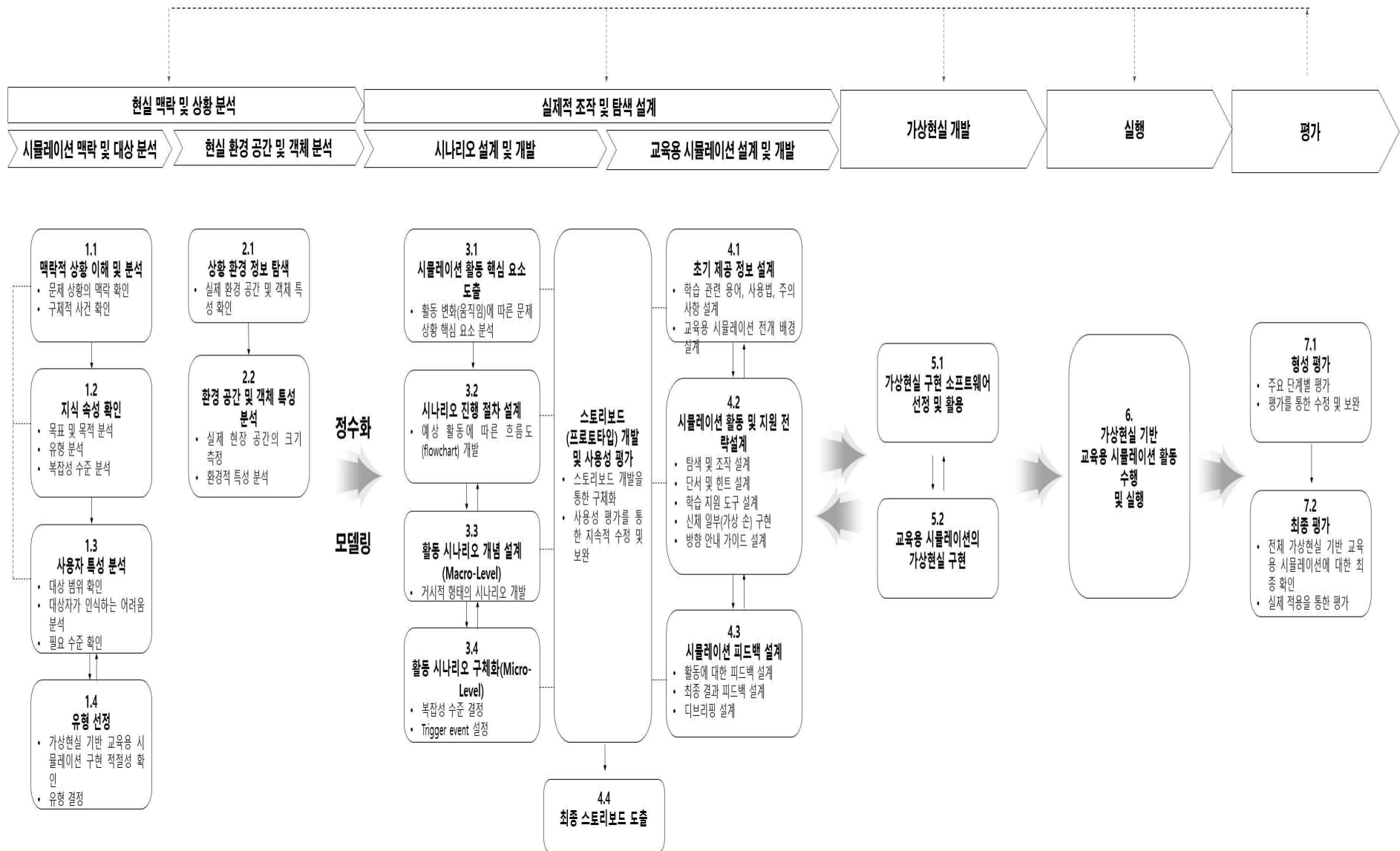
셋째, 절차 모형의 특성을 나타내는 용어 및 표현에 대한 정교화가 이루어질 필요가 있다. 특히, 설계 및 개발 단계에서 이루어지는 프로토타입 개발과 사용성 평가의 중요성을 반영함과 동시에 이에 대한 의미를 보다 강조할 수 있도록 이를 구체적으로 표현해야 한다는 의견을 반영한 수정이 이루어졌다. 이 외, 절차 모형 표현 전반에 대한 검토를 통해 표현 및 용어의 명확성 향상과 통일성을 높일 필요가 있다는 의견이 제기되었다. 이에 따라 절차 모형에 명기된 용어 및 표현에 대한 전반적 검토를 통해 용어 표현을 통일하였으며 이를 구체화하고자 하였다.

넷째, 용어의 위계를 고려한 수정이 이루어졌다. 예컨대, 모델링과 표상, 정수화는 설계자가 따라야 할 별도의 단계나 절차이기보다는 해당 단계를 통해 도출되는 일종의 결과이므로 이를 순서나 단계로 설정하기 보다는 별도로 제시하는 것이 적합하다는 의견이 확인되어 이를 반영하였다.

이상의 수정 및 보완 의견을 반영한 2차 설계모형을 제시하면 다음과 같다. 일반적 절차 모형(general procedural model)은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형의 주요 단계와 특성을 시각적으로 나타낸 모형을 의미한다. 구체화된 절차 모형(specified procedural model)은 이상의 주요 단계와 특성뿐만 아니라 세부 단계별 구체적 활동이 포함된다.



[그림 IV-30] 일반적 절차 모형(2차)



[그림 IV-31] 상세화된 구체적 절차 모형(2차)

나. 2차 전문가 타당화 결과 및 검토 의견

2차 전문가 타당화는 구성요소, 설계원리 전반, 개별 설계원리와 이에 포함되는 설계 지침, 절차 모형의 타당성 측면에서 검토가 이루어졌다. 각각에 대한 타당화 결과를 제시하면 다음과 같다.

1) 구성요소에 대한 타당화 결과

2차 전문가 타당화에서 이루어진 검토 항목은 기존 1차 전문가 타당화에서 이루어진 항목 중 문헌탐색의 적절성 항목을 제외한 문헌 분석 반영의 적절성, 구성요소에 대한 타당성, 구성요소 표현 및 이에 대한 수준, 구성요소와 원리 연결의 타당성 총 네 가지 측면에서 이루어졌다. 총 다섯 명의 전문가를 대상으로 진행된 구성요소에 대한 타당화 결과는 아래와 같다.

<표 IV-18> 구성요소에 대한 2차 타당화 결과

항목	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	B	C	F	H	I				
문헌 분석 반영 적절성	4	4	4	3	3	3.60	0.55	1.00	0.75
구성요소 타당성	4	3	4	3	3	3.40	0.55	1.00	
용어 수준의 적절성	3	3	4	3	3	3.20	0.45	1.00	
· 맥락 활동 시나리오	4	4	4	2	3	3.40	0.89	0.80	
· 실제적 조작 및 작동을 통한 상호작용	4	3	4	4	3	3.60	0.55	1.00	
· 가상현실 연계 어포던스	4	4	4	2	3	3.40	0.89	0.80	
· 시뮬레이션 활동 피드백	3	3	4	4	3	3.40	0.55	1.00	
구성요소와 원리의 연결성	4	3	4	3	3	3.40	0.55	1.00	

타당화 결과, 문헌분석 반영의 적절성(M=3.60, SD=.55), 구성요소 타당성(M=3.40, SD=.55), 용어 수준의 적절성(M=3.20, SD=.45), 구성요소와

원리의 연결성(M=3.40, SD=.55)으로 네 가지 항목에 대해 타당한 것으로 확인되었다. 내용 타당도 측면에서 용어 수준의 적절성의 세부 내용 중 맥락 활동 시나리오와 가상현실 연계 어포던스가 .80으로 나타났다. 시뮬레이션 활동 피드백의 경우 내용 타당도는 1.00으로 나타나 타당하다고 볼 수 있지만 평균 3.40으로 다소 수정을 할 필요가 있음을 확인해 볼 수 있었다. 평가자 간 일치도는 0.75로 보통수준으로 확인되었다. 평균 측면에서 상대적으로 구성요소에 대한 용어에 대한 결과가 다소 낮게 나온 점과 세부 항목에 대한 내용 타당도를 종합적으로 살펴볼 때, 용어 수준의 적절성 측면에서 수정 및 보완이 필요함을 확인해 볼 수 있었다. 이에 대한 구체적인 의견을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-19> 구성요소에 대한 2차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
표현 수정	표현에 대한 의미가 보다 명확하게 드러나도록 수정 (전문가 H)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ‘맥락 활동 시나리오’ ▪ ‘가상현실 연계 어포던스’ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 표현 변경을 통해 의미를 명확하게 함 ✓ ‘맥락 기반 활동 시나리오’ ✓ ‘가상현실 어포던스 설계’
구성요소 통합	활동과 피드백은 서로 밀접한 관련성을 지니므로 통합 가능 (전문가 B, C)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제적 조작 및 작동을 통한 상호작용 ▪ 시뮬레이션 활동 피드백 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제적 활동 및 반응으로 통합함

전문가 의견을 확인한 결과 크게 용어 및 표현 수정, 구성요소의 통합, 원리에 대한 구성요소 제시 세 가지 측면에서 수정 및 보완 의견을 확인해 볼 수 있었다. 먼저, 용어 및 표현 수정 측면에서는 두 가지 구성요소의 의미가 다소 불명확하다는 의견이 제시됨에 따라 이에 대한 수정이 이루어졌다. 다음으로 구성요소가 서로 밀접한 관련성을 지니고 있음에 따라 이에 대한 통합이 이루어질 필요가 있음을 확인하였다.

2) 설계원리 및 지침에 대한 타당화 결과

설계원리에 대한 2차 전문가 타당화는 설계원리 전반, 세부적인 측면에서의 개별 설계원리 및 지침 측면에서 검토가 이루어졌다. 먼저, 설계원리 전반에 대한 타당화 결과를 제시하면 아래와 같다.

<표 IV-20> 설계원리 전반에 대한 2차 전문가 타당화 결과

구분	전문가					평균	표준편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	B	C	F	H	I				
타당성	4	4	4	3	4	3.80	0.45	1.00	0.60
설명력	3	3	4	2	4	3.20	0.84	0.80	
유용성	3	4	4	3	2	3.20	0.84	0.80	
보편성	4	3	4	3	3	3.40	0.55	1.00	
이해도	3	4	4	3	3	3.40	0.55	1.00	

설계원리 전반에 대한 2차 전문가 타당화 결과, 타당성(M=3.80, SD=.45), 설명력(M=3.20, SD=.84), 유용성(M=3.20, SD=.84), 보편성(M=3.40, SD=.55), 이해도(M=3.40, SD=.55)으로 다섯 가지 항목 모두 다소 높은 수준의 타당성을 지닌 것으로 나타났다. 이에 대한 내용 타당도의 경우 타당성, 보편성, 이해도 각각 1.00, 설명력, 유용성은 0.80으로 타당한 것으로 나타났다. 평가자간 일치도는 0.60으로 나타나 설계원리 전반에 대한 평가자간 일치도가 보통 수준임을 확인해 볼 수 있었다. 이를 통해 설명력과 유용성 측면에서 각 설계원리 및 지침에 대한 세부 수정이 이루어질 필요가 있음을 확인해 볼 수 있었으며 구체적인 의견은 아래와 같다.

<표 IV-21> 설계원리 전반에 대한 2차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
용어 및 표현	본 설계원리를 활용하는 대상자를 고려하여 의미를 명확하게 나타낼 수 있도록 수정할 필요가 있음 (전문가 C, I)	■ 설계원리 전반	■ 사용자 관점에서 의미를 명확하고 용이하게 이해할 수 있도록 설계 원리 및 지침 표현 수정함
주요 활동	대상자가 수행해야 할 행동이 적합하지 않은 경우가 있음 (전문가 B, H)	■ 설계원리 전반	■ 적합하지 않은 주요 활동을 검토하여 수정 및 삭제함

설명력에 해당되는 용어 및 표현 측면에서는 의미에 대한 이해가 보다 명확하고 용이하게 이루어질 수 있도록 재검토가 이루어져야 할 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 유용성 측면과 밀접한 관련성을 지닌 주요 활동에 있어서 본 설계원리를 사용하는 대상자가 구체적으로 어떠한 활동을 수행해야 하는지에 대해 적합하지 않은 부분이 있다는 의견을 확인해 볼 수 있었다. 이상의 의견을 반영하여 각 설계원리 및 지침에 대한 재검토를 실시하여 이에 대한 수정이 이루어졌다.

다음으로 각각의 설계원리와 지침에 대한 2차 타당화 결과를 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-22> 설계원리 및 지침에 대한 2차 타당화 결과

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	F	H	I				
1. 맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 사건의 맥락과 특징을 분석하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.	자료 수집 및 분석	3	4	4	2	4	3.40	0.89	0.80	
1.1. 실제 상황 혹은 현장에서 경험할 수 있는 맥락과 대상자가 경험할 수 있는 구체적 사건을 탐색하라	<ul style="list-style-type: none"> 해당 분야의 전문가 면담 예상 대상자 면담 	4	3	4	2	2	3.00	1.00	0.60	
1.2. 구체적 사건 속에서 가장 중요하게 고려되어야 하는 내용이 무엇인지를 선정하라	<ul style="list-style-type: none"> 전문가 면담 필요수준과 수행수준 분석 	4	4	4	2	2	3.20	1.10	0.60	
1.3. 분석을 통해 확인된 지식의 속성(목표, 유형, 복잡성 수준 등)이 무엇인지를 종합하라	<ul style="list-style-type: none"> 표 형태로 정리 	4	3	4	3	4	3.60	0.55	1.00	0.61
1.4. 도출된 속성이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 설계 및 개발하는데 적합한지를 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 전문가 면담 예상 대상자 면담 	4	4	4	3	3	3.60	0.55	1.00	
1.5. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상에 대한 특성(대상 범위, 대상자가 인식하는 어려움, 도달하고자 하는 목표에 대한 필요 수준)을 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 예상 대상자 면담 	4	3	4	3	4	3.60	0.55	1.00	
1.6. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 실험적(experiment)인지 경험적(experience) 유형인지 결정하라	<ul style="list-style-type: none"> 전문가 면담 	3	4	4	2	2	3.00	1.00	0.60	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	F	H	I				
<p>* 실험적 유형 : 실험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 문제에 대한 구체적인 답이 있는 형태로 사용자의 조작을 통해 지식 혹은 기술을 습득함</p> <p>** 경험적 유형 : 경험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자가 다른 객체(아바타)와의 의사소통 기반의 상호작용을 통해 지식 혹은 기술을 습득함</p>										
2. 실제적 정수화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 중심으로 모델링하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발	4	3	4	2	2	3.00	1.00	0.60	
2.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제에서의 핵심적 요소가 무엇인지 확인하게 하라	■ 전문가 면담	4	4	4	2	4	3.60	0.89	0.80	
2.2. 현실에서의 복잡성을 핵심적 요소에 따른 움직임 변화에 따라 단순화 하라		3	3	4	1	2	2.60	1.14	0.60	
2.3. 시간 및 공간적 변화가 반영된 이야기 형태의 시나리오를 구성하기 위해 일련의 절차가 포함된 흐름도(flow chart)로 나타나게 하라	■ 흐름도 작성	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
2.4. 일련의 핵심 내용이 포함된 스토리보드를 구현하여 구체적으로 나타내라	■ 스토리보드 작성	4	3	4	3	4	3.60	0.55	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	F	H	I				
3. 현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발	4	4	4	3	4	3.80	0.45	1.00	
3.1. 현실에서의 공간 및 객체가 지니는 주요 특성을 확인하기 위해 현장에 방문해서 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 현장 방문 실제 환경 특성 작성 	3	3	4	2	4	3.20	0.84	0.80	
3.2. 가상현실 환경 구성을 위해 시뮬레이션이 반영될 실제 환경을 묘사하기 위해 촬영한 후 크기 측정 및 특성을 작성하라	<ul style="list-style-type: none"> 사진/동영상 촬영 실제 측정 실제 환경 특성 작성 	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	
3.3. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원적으로 표상한 후 렌더링(rendering)을 통해 3차원적 형태, 표면, 색채, 깊이(depth), 공간감을 표상하라	<ul style="list-style-type: none"> 3차원 가상현실 공간 구현 소프트웨어 활용 	4	3	4	3	2	3.20	0.84	0.80	
4. 복잡성 수준 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하고 이를 반영한다.	실제적 설계 및 개발	4	4	4	2	2	3.20	1.10	0.60	
4.1. 전체 단계가 복잡한 경우 이를 단계별로 구분하라		4	3	4	3	4	3.60	0.55	1.00	
4.2. 사용자의 수준을 고려하여 구체적 안내 등이 이루어질 수 있는 단계별 훈련 및 연습, 별도의 안내가 이루어지지 않는 최종 시뮬레이션 형태 모두를 고려하라	<ul style="list-style-type: none"> 스토리보드 구체화 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	4	4	4	3	2	3.40	0.89	0.80	
4.3. 단계의 수준이 적절하지 않는 경우 난이도를 변경할 수 있도록 하라		3	3	4	4	3	3.40	0.55	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	F	H	I				
5. 초기 안내 원리 : 가상현실이 사용자에게 야기할 수 있는 주의 분산을 없애고 교육적 이해를 높이기 위해 시뮬레이션 활동 이전 단계에서 주요 정보를 제공한다.	실제적 설계 및 개발	3	4	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
5.1. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용자가 활용하기에 앞서 학습 내용과 관련있는 용어, 사용법, 주의 사항 등을 안내하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	3	3	4	4	4	3.60	0.55	1.00	
5.2. 사건이 일어난 주요 맥락을 포함한 설명이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 초반 도입 부분에 제시하여 교육용 시뮬레이션에 대한 이해를 향상시켜라	교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용	3	4	4	4	3	3.60	0.55	1.00	
6. 입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 입체적 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.	실제적 설계 및 개발	4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
6.1. 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건(trigger event)을 설정하라		3	4	4	2	4	3.40	0.89	0.80	
6.2. 가상현실 기반 시뮬레이션에서 사용자는 1인칭 시점에서 사건에서 주인공 역할로 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	4	3	4	3	3	3.40	0.55	1.00	
6.3. 의견(대안) 선택 전 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색 혹은 조작하도록 하라	교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	
6.4. 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라		4	3	4	4	3	3.60	0.55	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	F	H	I				
6.5. 주어진 상황에 대한 사용자의 의견 반영 및 선택으로 인해 상이한 결과가 나타나게 하라		4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
6.6. 대안 선택으로 인하여 결과가 제시될 경우 시각뿐만 아니라 청각적 요소를 통해 추가적인 설명과 정보를 제공하라		2	3	4	2	4	3.00	1.00	0.60	
7. 감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.	실제적 설계 및 개발	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	
7.1. 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라	■ 스토리보드 구체화	4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
7.2. 구체적인 방향성을 안내하는 가이드(방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라	■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
8. 현실 보강 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 특정 부가 정보 혹은 도움을 제공한다.	실제적 설계 및 개발	3	3	3	4	2	3.00	0.71	0.80	
8.1. 특정 부가 정보를 제공하는 대상 혹은 물체를 제시하고 사용자가 이를 접촉할 때 부가 정보를 제공하라	■ 스토리보드 구체화	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
8.2. 사용자가 시뮬레이션 진행 혹은 방향 등에 복잡하거나 어렵다고 인식하는 경우 도움을 제공할 수 있는 단서 혹은 힌트를 제공하라	■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용	4	3	4	4	3	3.60	0.55	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	F	H	I				
8.3. 학습 지원 도구(예, 시뮬레이션 진행 단계 확인할 수 있는 학습 맵 혹은 도움말)를 활용하여 사용자의 현재 상황을 안내하라		3	4	4	4	2	3.40	0.89	0.80	
9. 결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.	실제적 설계 및 개발	4	3	4	3	4	3.60	0.55	1.00	
9.1. 주요 단계에서 핵심적인 내용에 대한 이해 수준을 확인할 수 있는 퀴즈나 질문을 제시하고 선택하게 하라		4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
9.2. 잘못된 선택을 하게 되는 경우 사용자의 수준을 고려하여 상이한 피드백을 제시하라 * 초심자 : 안내 메시지 제공 등을 활용하여 구체적으로 무엇이 잘못되었는지에 대해 즉각적 및 인위적 피드백을 제공하라 ** 사진 지식을 지닌 경험자 : 가상 인물이나 대상을 통해 제시하는 자연적 피드백을 제공하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	3	3	4	4	3	3.40	0.55	1.00	
9.3. 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라		4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
9.4. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라		4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	

개별 설계원리에 대한 전문가 타당화 분석 결과, 설계원리 1. 맥락 분석 원리(M=3.40, SD=.89), 설계원리 2. 실제적 정수화 원리(M=3.00, SD=1.00), 설계원리 3. 현실 반영 원리(M=3.80, SD=.45), 설계원리 4. 복잡성 수준 원리(M=3.20, SD=1.10), 설계원리 5. 초기 안내 원리(M=3.80, SD=.45), 설계원리 6. 입체적 탐색 및 조작 원리(M=3.80, SD=.45), 설계원리 7. 감각적 방향 안내 원리(M=3.80, SD=.45), 설계원리 8. 현실 보강 원리(M=3.00, SD=.71), 설계원리 9. 결과 제시 및 피드백 원리(M=3.60, SD=.55) 모두 평균 3점에서 4점 사이에 분포함을 확인해 볼 수 있었다. 각 설계원리에 대한 내용 타당화를 확인한 결과 맥락 분석 원리 0.80, 실제적 정수화 원리 0.60, 현실 반영 원리 1.00, 복잡성 수준 원리 0.60, 초기 안내 원리 1.00, 입체적 탐색 및 조작 원리 1.00, 감각적 방향 안내 원리 1.00, 현실 보강 원리 0.80, 결과 제시 및 피드백 원리 1.00으로 나타났다. 요컨대, 실제적 정수화 원리, 복잡성 수준 원리, 현실 보강 원리는 상대적으로 낮은 평균 점수를 지니고 있으며 내용 타당도가 보통 수준으로 나타나 이에 대한 수정 및 보완이 이루어질 필요가 있음을 확인해 볼 수 있었다. 또한, 평가자간 일치도가 1차보다 높아졌지만 0.61로 보통 수준으로 나타나 설계원리 및 지침 전반에 대해 추가, 수정 및 보완이 이루어져야 할 필요가 있다.

보다 세부적인 측면에서 수정 및 보완을 하고자 한 구조화된 질문을 활용하여 확인된 검토 의견을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-23> 개별 설계원리 및 지침에 대한 2차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
중복되는 내용 구분 및 통합	설계 지침 간 내용 상 중복되는 부분이 있음 (전문가 I)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.1 와 1.2 설계 지침 1.4 와 1.6 	<ul style="list-style-type: none"> 각 설계 지침의 특성을 고려하여 내용을 명확하 게 함 내용상 의미 중복으로 인 해 설계 지침을 통합함
표현 혹은 용어의 부적합성	두 가지 의미가 혼재하고 있음 (전문가 I)	<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 1 	<ul style="list-style-type: none"> 표현을 수정하여 의미를 명확하게 함
	의미가 명확하게 드러나지 않음 (전문가 I)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 전 반 	<ul style="list-style-type: none"> 표현 혹은 용어를 추가 하여 구체화함

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
	불필요한 수식어가 존재함 (전문가 B, F, H, I)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.1 설계 지침 1.2 설계원리 6 설계 지침 6.2 	<ul style="list-style-type: none"> 불필요한 용어 삭제
	연구 목적의 특성이 충분히 반영되어 있지 않음 (전문가 F, H)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.4 설계원리 9 	<ul style="list-style-type: none"> 본 연구 목적과 관련성을 고려한 표현 수정
	설계원리 용어가 설계 지침을 대표하지 않으며 의미가 명확하게 전달되지 않음 (전문가 H, I)	<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 8. 	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침을 포괄할 수 있는 용어로 수정함 ✓ 현실 보강 원리 → 활동 정보 제공 원리
	사용자의 특성 및 수준을 고려할 필요가 있음 (전문가 H, I)	<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 2. 설계 지침 9.2 	<ul style="list-style-type: none"> 사용자가 의미를 보다 쉽게 이해할 수 있도록 용어 수정
	특정 용어에 대한 구체화가 필요함 (전문가 H)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 3.1 	<ul style="list-style-type: none"> 현장 방문을 통해 확인할 주요 특성이 무엇인지를 명시함
설계원리 및 설계 지침 구분을 통한 추가	서로 독립적인 성격을 지닌 설계원리가 하나의 설계원리에 혼재하므로 상호모순적임 학습자 선택의 중요성을 보다 고려해야 함 (전문가 I)	<ul style="list-style-type: none"> 설계원리 4. 	<ul style="list-style-type: none"> 과제의 복잡성과 학습자 특성이 하나의 설계원리에 통합되어 제시됨에 따라 이를 구분하여 제시함 ✓ 복잡성 수준 원리 → 과제 복잡성 원리, 수준 선택권 원리로 구분하며 수준 선택권 원리를 추가함 ✓ 이와 관련된 설계 지침 구분 및 추가함

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
설계 지침 삭제	적절하지않은 설계 지침이 존재함 (전문가 H, I)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.6 	<ul style="list-style-type: none"> 삭제
	연구 목적 및 설계 지침의 수준을 고려하여 부적절한 설계 지침이 존재함 (전문가 B, H)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 2.2 설계 지침 6.6 	
위계 고려	설계 지침의 적용 순서를 고려해야 함 (전문가 H)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 5.1 과 5.2 	<ul style="list-style-type: none"> 순서를 변경함 ✓ 설계 지침 5.1 → 5.2 ✓ 상설계 지침 5.2 → 5.1
		<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.4 과 1.5 	<ul style="list-style-type: none"> 순서를 변경함 ✓ 설계 지침 1.4 → 1.5 ✓ 상설계 지침 1.5 → 1.4
주요 활동의 적절성	사용자가 접근하기 어렵거나 적절하지 않은 주요 활동이 명시되어 있음 (전문가 B, C, H)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.2 	<ul style="list-style-type: none"> 필요수준과 수행 수준 분석 삭제
		<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.4 	<ul style="list-style-type: none"> 예상 사용자 면담 삭제
		<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.5 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 활동에 대한 수정
		<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 2.4 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 활동에 대한 구체 화

2차 타당화 분석을 통한 전문가 의견을 확인해 본 결과, 크게 여섯 가지 측면에서 검토 의견이 확인되었으며 이에 대한 수정 및 보완이 이루어졌다. 첫째, 설계 지침에서의 내용 간 구분 및 통합이 이루어졌다. 일부 설계 지침에서 내용 간 중복되는 점이 있다는 의견이 제시됨에 따라 각각의 설계 지침의 특성을 보다 명확하게 드러내기 위해 이를 구분하거나 통합하는 과정이 이루어졌다.

둘째, 의미의 명확화를 위한 용어 및 표현에 대한 수정을 실시하였다. 2차 타당화에 참여한 전문가들 의견 중 용어 및 표현에 대한 수정이 이루어져야 한다는 의견이 가장 많이 제시되었다. 한 가지 설계원리에 두 가지 의미가 혼재되는 점, 의미가 명확하지 않는 점, 불필요한 수식어가

존재한다는 점, 특정 용어에 대한 구체화가 필요하다는 의견 등이 이에 포함된다. 특히, 설계원리가 하위의 설계 지침을 포괄하여 대표성을 지니지 않는다는 의견이 제시됨에 따라 이에 대한 수정이 이루어졌다.

셋째, 설계 지침에 대한 구분과 추가가 이루어졌다. 설계원리가 서로 모순적인 두 가지 측면을 모두 포함하고 있다는 의견과 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 학습자로서 참여하는 사용자의 선택은 핵심적인 활동이라는 점을 보다 강조할 필요가 있다는 점을 반영하였다.

넷째, 본 연구 목적과 적합하지 않는 설계 지침에 대한 삭제가 이루어졌다. 앞서 이루어진 내용 타당도에 내용 타당도가 0.60으로 보통 수준으로 나타난 설계 지침 중 중복되거나 부적절한 경우인 1.6, 2.2, 6.6을 삭제하였다.

다섯째, 설계 지침이 적용되는 순서를 고려한 위계 수정이 이루어졌다. 사용자가 설계 지침을 통해 적용되는 순서를 반영하고자 하였다.

마지막으로 주요 활동에 대한 적절성 측면에서 검토가 이루어졌다. 실제로 사용자가 수행해야 할 활동을 나타내는 주요 활동 측면에서 접근하기 어렵거나 적절하지 않는 경우가 있다는 의견이 제시됨에 따라 이에 대한 삭제 및 수정을 실시하였다.

이상의 검토 의견을 반영하여 수정 및 보완이 이루어진 3차 설계원리 및 지침은 다음과 같다.

<표 IV-24> 3차 설계원리 및 지침

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
맥락 기반 활동 시나리오	1. 맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 상황 및 사건을 고려하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.	자료 수집 및 분석
	1.1. 실제 상황 혹은 현장에서 발생하는 구체적인 사건을 탐색하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해당 분야의 전문가 면담 ■ 예상 대상자 면담
	1.2. 구체적인 사건 속에서 문제 해결 및 교육적 목적과 관련된 중요한 내용이 무엇인지 분석하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문가 면담
	1.3. 사용자가 학습해야 할 지식의 속성(목표, 유형 등)이 무엇인지를 종합하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표 형태 정리

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
	1.4. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상자에 대한 특성(대상 범위, 대상자가 인식하는 어려움, 도달하고자 하는 목표에 대한 필요 수준)을 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 예상 대상자 면담 혹은 설문 ■ 목표에 대한 필요수준과 수행수준 분석
	1.5. 도출된 속성이 가상현실 환경에서 사용자의 조작을 기반으로 한 시뮬레이션 실험적(experiment) 활동에 적합한지 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문가 면담 혹은 설문
맥락 기반 활동 시나리오	2. 개념적 개요화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 선정하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발
	2.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제에서의 핵심적 요소가 무엇인지 확인하게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문가 면담
	2.2. 시나리오를 시간 및 공간적 변화가 반영된 이야기 형태로 구성하기 위해 일련의 절차(흐름도)로 나타내라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 흐름도 작성
	2.3. 일련의 핵심 내용이 포함된 스토리보드를 구현하여 구체적으로 나타내라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 상황적 설명, 교육 내용, 화면 명, 화면 설명이 포함된 스토리보드 개요 작성
가상현실 어포던스 설계	3. 현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발
	3.1. 현장에 방문하여 현실에서의 공간 및 객체가 지니는 주요 특성(전체 구조, 공간적 분위기를 야기하는 요소)을 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현장 방문 ■ 실제 환경 특성 작성
	3.2. 교육용 시뮬레이션이 적용되는 가상현실 환경을 구현하기 위해 실제 환경 촬영, 주요 대상의 크기 측정 및 특성을 작성하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 사진/동영상 촬영 ■ 실제 측정 ■ 실제 환경 특성 작성
	3.3. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원적으로 개념적으로 표상(sketch)한 후 3차원적 형태(표면, 색채, 깊이, 공간감)로 나타내라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 3차원 가상현실 공간 구현 소프트웨어 활용

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
맥락 기반 활동 시나리오	4. 과제(task) 복잡성 원리 : 시뮬레이션 과제의 내용과 스토리의 특성을 고려하여 계층을 결정한다.	실제적 설계 및 개발
	4.1. 전체 단계가 복잡한 경우 난이도별로 구분하라	
	4.2. 단계의 수준이 적절하지 않는 경우 난이도를 변경할 수 있도록 하라	
맥락 기반 활동 시나리오 가상현실 어포던스 설계	5. 수준 선택권 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하여 구분하고 선택권을 제공한다.	실제적 설계 및 개발
	5.1. 사용자의 수준이 낮은 경우 구체적인 안내 등이 이루어질 수 있는 단계별 훈련 및 연습 활동 형태, 사용자의 수준이 높은 경우 별도의 안내가 이루어지지 않는 최종 시뮬레이션 활동 형태가 이루어질 수 있도록 구성하라	
	5.2. 사용자가 잘못된 활동 형태를 선택하는 경우 수준에 따른 활동 형태의 변형이 이루어질 수 있도록 선택 기능을 제공하라	
맥락 기반 활동 시나리오 실제적 활동 및 반응	6. 초기 안내 원리 : 가상현실이 사용자에게 야기할 수 있는 주의 분산을 없애고 교육적 이해를 높이기 위해 시뮬레이션 활동 이전 단계에서 주요 정보를 제공한다.	실제적 설계 및 개발
	6.1. 사건이 일어난 주요 맥락을 포함한 설명을 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 초반 도입 부분에 제시하여 교육용 시뮬레이션에 대한 이해를 향상시켜라	
	6.2. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용자가 활용하기에 앞서 학습 내용과 관련있는 용어, 사용법, 주의 사항 등을 안내하라	

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
맥락 기반 활동 시나리오 실제적 활동 및 반응	7. 입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.	실제적 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	7.1. 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건 (trigger event)를 설정하라	
	7.2. 사용자가 1인칭 시점에서 사건에서 주인공 역할로 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하라	
	7.3. 의견(대안) 선택 전 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색 혹은 조작하도록 하라	
	7.4. 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라	
	7.5. 주어진 상황에 대한 사용자의 의견 반영 및 선택으로 인해 상이한 결과가 나타나게 하라	
실제적 활동 및 반응 가상현실 어포던스 설계	8. 감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.	실제적 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	8.1. 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라	
	8.2. 구체적인 방향성을 안내하는 가이드 (방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라	
실제적 활동 및 반응 가상현실 어포던스 설계	9. 활동 정보 제공 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 정보 혹은 도움을 제공한다.	실제적 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	9.1. 시뮬레이션에서 부가적인 정보를 제공하는 대상 혹은 물체를 제시하고 사용자가 이를 접촉 혹은 접근하였을 때 관련 정보를 제공하라	

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동
	9.2. 사용자가 시뮬레이션 진행 혹은 방향 등에 복잡하거나 어렵다고 인식하는 경우 도움을 제공할 수 있는 단서 혹은 힌트를 제공하라	
	9.3. 인지적 측면에서 도움을 줄 수 있는 지원 도구(예: 시뮬레이션 진행 단계 확인할 수 있는 학습 맵 혹은 도움말)를 활용하여 사용자의 현재 상황을 안내하라	
실제적 활동 및 반응	10. 가상 결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.	실제적 설계 및 개발
	10.1. 주요 단계에서 핵심적인 내용에 대한 이해 수준을 확인할 수 있는 퀴즈나 질문을 제시하고 선택하게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용
	10.2. 잘못된 선택을 하게 되는 경우 사용자의 수준을 고려하여 상이한 피드백을 제시하라 * 초보자 : 안내 메시지 제공 등을 활용하여 구체적으로 무엇이 잘못되었는지에 대해 즉각적 및 인위적 피드백을 제공하라 ** 사전 지식을 지닌 경험자 : 가상 인물이나 대상을 통해 제시하는 자연적 피드백을 제공하라	
	10.3. 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라	
	10.4. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라	

3) 절차 모형에 대한 타당화

절차 모형에 대한 2차 타당화는 1차와 동일하게 절차 모형에 대한 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면에서 이루어졌다. 이에 대한 2차 전문가 타당화 결과를 정리하면 다음과 같다.

<표 IV-25> 절차 모형에 대한 2차 전문가 타당화 결과

구분	전문가					평균	표준편차	내용타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	B	C	F	H	I				
타당성	4	4	4	2	4	3.60	0.89	0.80	0.60
설명력	4	3	4	3	2	3.20	0.84	0.80	
유용성	4	3	4	3	3	3.40	0.55	1.00	
보편성	4	4	4	3	4	3.80	0.45	1.00	
이해도	3	4	4	3	4	3.60	0.55	1.00	

절차 모형에 대한 2차 전문가 타당화 결과, 모형에 대한 타당성(M=3.60, SD=.89), 설명력(M=3.20, SD=.84), 유용성(M=3.40, SD=.55), 보편성(M=3.80, SD=.45), 이해도(M=3.60, SD=.55)으로 다섯 가지 항목 모두 높은 점수를 받아 타당성을 지닌다고 볼 수 있다. 내용 타당도의 경우 타당성과 설명력 .8, 유용성, 보편성, 이해도 1.00으로 타당성을 지닌다고 볼 수 있다. 평가자간 일치도는 지난 1차 전문가 타당화 결과에서 상승된 0.60으로 평가자 간 타당화 결과가 보통 수준으로 나타났다. 보다 최적화된 설계모형이 이루어지기 위해 수정 및 보완의견을 확인한 결과를 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-26> 절차 모형에 대한 2차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
모형의 특징 및 전제 명확화	가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 어떻게 정의내리고 한정하는지에 따라 상이한 원리와	■ 모형 전반	■ 모형의 특징 및 전제 제시

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
	모형이 도출될 수 있으므로 모형이 지니는 특징과 전제를 명확하게 제시함 (전문가 I)		
	개발진에 포함되는 구성원이 다양하므로 모형의 적용 대상자를 한정할 필요가 있음 (전문가 I)	■ 모형 전반	
모형의 가시화	일반적 모형에서의 주요 내용을 보다 명확하게 시각화할 필요가 있음 (전문가 F)	■ 모형 전반	■ 모형의 주요 특성을 보다 명료하게 나타 낼 수 있도록 시각화함
	보다 실제적인 특성을 반영하고 범용적인 활용이 가능하도록 용어 및 표현 수정이 필요함 (전문가 B, F, I)	■ 모형 전반	■ 사용자의 특성 을 고려하여 용어 및 표현 을 수정함
	실행이라는 표현보다 구현이라는 표현을 활용함 (전문가 C)	■ 일반적 모형 및 상세 모형 : 실행 단계	■ 실행 단계를 구현 단계로 수정함
표현 및 용어 수정	모형의 적용을 통해 도출되는 결과가 별도 제시하는 형태이기 보다는 내포되어야 함 (전문가 B, C)	■ 상세 모형 : 정 수화, 모델링	■ 해당 용어를 수정하고 의미 가 내포될 수 있도록 표현을 수정함
	평가라는 표현보다 일반적으로 유지 및 관리 측면이 적절함 (전문가 I)	■ 일반적 모형 및 상세 모형 : 평가 단계	■ 기존 평가 단 계를 유지 및 관리 단계로 변경하고 이에 대한 내용을
단계 추가 및 보완	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를		

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
	개발할 경우 개발 후 지속적 보완을 위한 유지 및 관리 단계가 중요함 (전문가 I)		수정함
	콘텐츠 설계 전 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션으로 개발하기 적합한지에 대한 확인이 이루어짐 (전문가 B)	<ul style="list-style-type: none"> 일반적 모형 및 상세 모형 : 분석 후 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 적합성 확인 단계 추가함
	평가 단계에서 오류를 확인하는 디버깅(debugging) 단계가 이루어짐 (전문가 I)	<ul style="list-style-type: none"> 일반적 모형 및 상세 모형 : 평가 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 단계별 확인 단계에서 디버 깅(debugging) 세부 단계를 추가함
	가상현실 어포던스 설계에 대한 특성이 드러나지 않음 (전문가 I)	<ul style="list-style-type: none"> 일반적 모형 및 상세 모형 : 설계 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 어포던스에 대 한 요소 확인 이 명확하게 드러날 수 있 도록 이를 기 술함
	구체적인 분석 단계 이전에 개발을 위한 배경적 요소와 무엇을 목표로 할 것인지에 대한 탐색이 이루어짐 (전문가 C)	<ul style="list-style-type: none"> 일반적 모형 및 상세 모형 중 초기 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 사건이 발생하 는 배경적 상 황에 대한 탐 색 단계 추가 함
단계 수정 및 순서 변경	분석 단계에서 맥락적 분석을 수행하기 전 우선적으로 교육 목표 및 목적에 대한 분석이 이루어짐 (전문가 I)	<ul style="list-style-type: none"> 일반적 모형 및 상세 모형 중 시뮬레이션 맥락 및 대상 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 교육 목표 및 목적 분석을 분석 초기 단 계에 이동함

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
	주 단계에 포함되는 세부 단계가 제시됨으로써 모형이 다소 복잡하다는 느낌을 줌 (전문가 B, F)	■ 상세 모형 중 세부 단계	■ 세부 단계를 삭제함과 동시에 주 단계에 세부 단계를 포괄하는 용어로 일부 수정함
세부 내용 삭제	평가 단계에서 단계별 평가 후 전체 평가가 이루어지지만 이를 실제 현장에 적용하는 평가는 이루어지지 않음 (전문가 C, I)	■ 상세 모형 : 평가 단계에서의 7.2 최종 평가 중 실제 적용을 통한 평가 세부 내용	■ 삭제함
	분석 단계에서 유형 설정은 별도로 이루어지지 않음 (전문가 B)	■ 상세 모형 : 분석 단계에서 1.4 유형 선정 중 유형 결정 세부 내용	■ 삭제함

절차 모형에 대한 2차 전문가 타당화 검토를 통해 확인된 주요 수정 및 보완 사항을 정리하여 제시하면 다음과 같다. 첫째, 이해 측면에서 본 설계모형의 특징 및 전제를 보다 명확하게 할 필요가 있다. 가상현실이 지니는 주요 특성과 교육용 시뮬레이션의 의미를 고려해야 하는 것이다. 특히, 이와 유사한 개념으로서 게임(game)은 재미(fun), 보상(reward), 경쟁(competition)의 특징이 강조되는 반면, 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션은 실제적 활동과 입체적 탐색, 그리고 실제에 대한 간접적 및 가상적 체험과 작동이 중요한 속성을 지닌다. 이를 위해 모형의 특징 및 전제에서 본 설계모형의 주요 특성을 정리하여 제시하고자 하였다. 또한, 설계모형의 활용 대상자 측면에서 한정할 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 실제 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를 설계 및 개발에 있어서 다양한 구성원이 서로 협력하여 개발이 이루어진다. 대략적인 줄거리를 구성하는 스케처(sketcher), 스토리보드를 중점적으로 개발하는

개념적 설계자(conceptual designer), 기술적 요소를 담당하는 3D 모델러(3D modeler), 3D 엔진 프로그래머(3D Engine Programmer)가 일반적으로 포함되므로 본 연구의 특성을 고려하여 대상자를 한정하여 제시할 필요가 있다. 이 역시, 본 모형의 특징 및 전제에서 이를 명확하게 제시하고자 하였다.

둘째, 모형의 가시화가 이루어질 필요가 있다. 1차 전문가 타당화를 통해 도출된 모형 중 일반적 모형은 이에 포함되는 주요 내용이 다소 가시적으로 나타나지 않는다는 의견을 확인해 볼 수 있었다. 이를 위해 일반적 모형을 보다 시각화하여 명료하게 나타내고자 하였다.

셋째, 설계모형의 사용 대상자 및 실제적 개발 특성을 명확하게 나타내기 위해 표현 및 용어에 대한 수정이 이루어졌다. 용어 및 표현적인 측면에서 일반적인 수준에서 범용적인 활용이 어려울 수 있다는 점, 실제 개발의 특성을 고려하여 볼 때, 실행, 평가 등의 용어는 해당 영역에서 잘 활용하지 않는다는 점 등을 확인하여 이에 대한 수정이 이루어졌다.

넷째, 활용 측면에서 단계의 추가 및 보완이 이루어질 필요성을 확인하였다. 특히, 평가 단계에서 개발된 콘텐츠에 대한 오류 확인과 향후 지속적인 개선을 위한 유지 및 관리가 이루어짐을 확인하였다. 유지 및 관리에 대한 환류를 통해 최적화된 산출물이 이루어지기 때문이다. 이의 중요성을 고려하여 단계에 대한 추가가 이루어졌다. 또한, 설계 및 개발 단계 전 개발하기에 적합한지를 확인하는 단계가 존재한다는 점을 확인해 볼 수 있었으며, 분석이 이루어지기 전에 상황적 배경에서 구체적인 사건이 이루어지므로 이를 추가하고자 하였다.

다섯 째, 단계의 수정 및 순서 변경을 통한 정교화가 이루어졌다. 교육 목적에 따른 콘텐츠 설계 방향이 상이할 수 있으므로 교육 목적 및 목표 분석이 맥락적 분석 이전에 이루어져야 한다는 의견이 제시됨에 따라 이를 반영하고자 하였다. 또한, 설계모형에서 주 단계 이외에 세부 단계가 제시됨에 따라 설계모형이 다소 복잡하다는 의견이 있어 세부 단계를 삭제함과 동시에 주 단계가 세부 단계의 의미를 포함할 수 있는 표현으로 수정하였다.

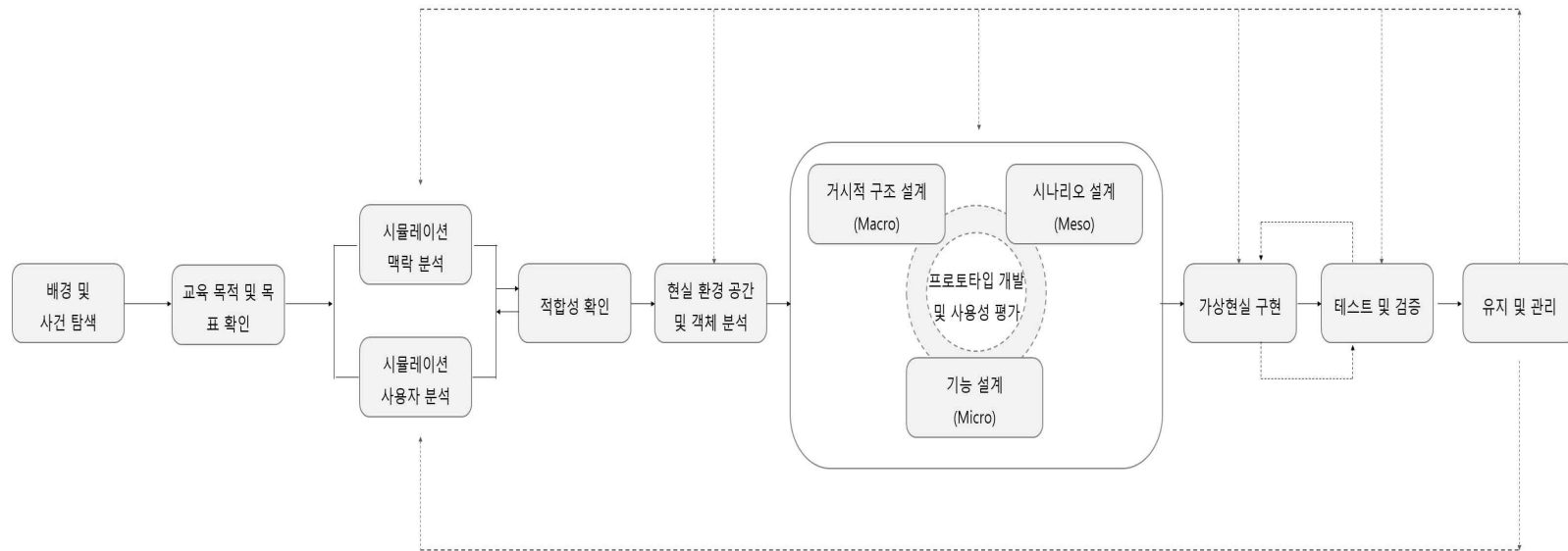
여섯 째, 세부 내용 적절하지 않은 내용이 포함되어 있어 이에 대한 삭제가 이루어졌다. 설계 및 개발을 통해 도출된 산출물로서 최종적인

콘텐츠가 특정한 영역이나 맥락에서 적용을 통해 평가가 이루어지지 않으므로 분석을 통해 확인된 사항을 기반으로 유형을 결정하는 단계가 존재하지 않는다는 점을 반영하고자 하였다.

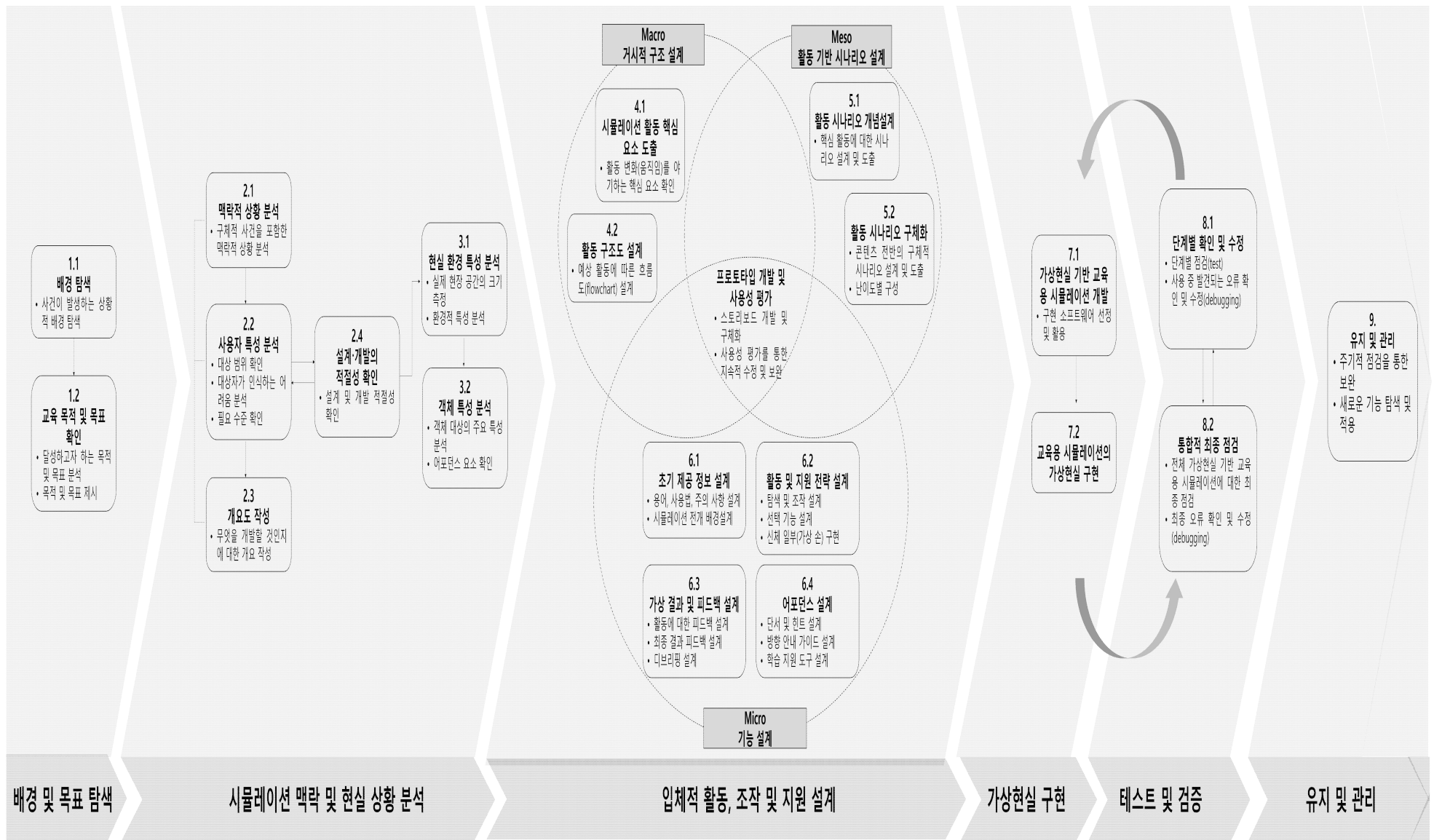
이상의 검토 의견을 반영하여 모형의 특징 및 전제 요약과 수정된 3차 설계모형을 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-27> 모형의 특성 및 전제 요약

설계모형의 목적	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠의 최적화된 설계 및 개발을 종합적으로 안내함
설계모형의 주요 특징	게임적 요소(재미, 보상, 경쟁) 보다 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션 활용의 주요 특성인 입체적 조작 및 탐색, 실제의 가상 및 간접적 체험을 고려하고자 함
설계모형의 활용 대상자	본 설계모형의 특성을 고려하여 대략적인 줄거리를 구성하는 스케처(sketcher), 스토리보드를 중점적으로 개발하는 개념적 설계자(conceptual designer)를 중점적으로 고려하며 프로그래밍 언어 및 소프트웨어를 활용하여 기술적인 측면에서 가상현실을 구현하는 기술자(developer)의 주요 활동을 고려함



[그림 IV-32] 일반적 절차 모형(3차)



[그림 IV-33] 상세화된 구체적 절차 모형(3차)

다. 3차 전문가 타당화 결과 및 검토 의견

3차 전문가 타당화는 2차 전문가 타당화와 동일하게 구성요소, 설계 원리 전반, 개별 설계원리와 이에 포함되는 설계 지침, 절차 모형의 타당성 측면에서 검토가 이루어졌다. 각각의 항목에 대한 세부 내용을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

1) 구성요소에 대한 타당화 결과

3차 전문가 타당화는 2차와 동일하게 문헌분석 반영의 적절성, 구성요소에 대한 타당성, 용어 수준의 적절성, 구성요소와 원리 연결의 타당성 측면에서 검토가 이루어졌다. 총 다섯 명의 전문가를 대상으로 진행된 구성요소에 대한 타당화 결과는 아래와 같다.

<표 IV-28> 구성요소에 대한 3차 타당화 결과

항목	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	B	C	D	F	G				
문헌 분석 반영 적절성	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
구성요소 타당성	4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
용어 수준의 적절성	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	
· 맥락 기반 활동 시나리오	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	1.00
· 실제적 활동 및 반응	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
· 가상현실 연계 어포던스 설계	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	
구성요소와 원리의 연결성	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	

타당화 결과, 문헌분석 반영의 적절성(M=4.00, SD=.00), 구성요소 타당성(M=3.80, SD=.45), 용어 수준의 적절성(M=3.60, SD=.55), 구성요소와

원리의 연결성(M=3.60, SD=.55)으로 네 가지 항목 모두 타당한 것으로 나타났다. 내용 타당도와 평가자 간 일치도를 확인해 본 결과, 두 가지 항목 모두 1.00으로 내용이 전반적으로 타당하다고 판단되었으며 전문가 간 판단의 일치도도 동일한 수준으로 나타났다.

세부적인 측면에서 구성요소의 수정 사항을 확인한 결과, 용어와 구성요소 제시 측면에서 개선 의견을 확인할 수 있었으며 검토 의견의 반영 사항을 정리하면 아래와 같다.

<표 IV-29> 구성요소에 대한 3차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토의견 반영 사항
용어 및 표현 수정	구성요소 표현이 다소 복잡함 (전문가 D, G) 의미가 보다 명료하게 나타날 수 있도록 표현을 수정할 필요가 있음 (전문가 F)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 네 가지 구성요소 모두 해당 ✓ 맥락 기반 활동 시나리오 ✓ 가상현실 어포던스 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기존 구성요소의 표현을 수정함 ✓ 맥락적 시나리오 ✓ 시뮬레이션 행위 유발성
원리와 구성요소의 관계	각 설계원리별 두 가지 이상의 구성요소가 제시됨으로써 관련성을 파악하기에 다소 어려움 (전문가 B, G)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 설계원리 전반 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 설계원리와 구성요소의 관련성을 고려하여 각 설계원리별 핵심적 구성요소 하나를 제시함

첫째, 용어의 표현 측면에서 간결 명료하게 수정이 이루어졌다. 기존 구성요소의 경우 여러 가지 요소들이 상호 복합적으로 연결되어 있음에 따라 핵심적인 특성이 무엇인지를 파악하기에 다소 어려움이 있었다. 이 점을 반영하여 명료하게 제시하는 방향으로 수정이 이루어졌다.

둘째, 원리와 구성요소 제시와 관련하여 간소화가 이루어졌다. 도출된 설계원리에 해당하는 구성요소를 제시함에 있어 두 가지를 모두 나타내는 경우 관련성을 파악하는데 오히려 어려움을 야기할 수 있다는 의견이

제기되었다. 이를 반영하여 각 설계원리별 핵심적인 구성요소를 제시하고자 하였다.

2) 설계원리 및 지침에 대한 타당화 결과

설계원리에 대한 3차 전문가 타당화는 1차 및 2차와 동일하게 설계원리 전반, 세부적인 측면에서의 개별 설계원리 및 지침 측면에서 검토가 이루어졌다. 설계원리 전반에 대한 타당화 결과를 제시하면 아래와 같다.

<표 IV-30> 설계원리 전반에 대한 3차 전문가 타당화 결과

구분	전문가					평균	표준편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	B	C	D	F	G				
타당성	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	1.00
설명력	4	4	3	4	4	3.80	0.45	1.00	
유용성	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
보편성	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
이해도	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	

설계원리 전반에 대한 3차 전문가 타당화 결과를 요약하여 제시하면 다음과 같다. 각 항목별 평균과 표준편차를 살펴보면, 타당성(M=3.80, SD=.45), 설명력(M=3.80, SD=.45), 유용성(M=4.00, SD=.00), 보편성(M=4.00, SD=.00), 이해도(M=3.60, SD=.55)으로 총 다섯 가지 항목 모두 타당한 것으로 나타났다. 또한, 내용 타당도와 평가자 간 일치도 모두 각각 1.00으로 나타나 타당성을 지닌 것으로 나타났다. 구체적인 수정 사항은 설계원리 및 지침에 대한 개별적인 측면에서 의견이 제시되었다. 각각의 설계원리 및 지침에 대한 전문가 타당화 검토 결과를 제시하면 아래와 같다.

<표 IV-31> 설계원리 및 지침에 대한 3차 타당화 결과

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	D	F	G				
1. 맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 상황 및 사건을 고려하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.	자료 수집 및 분석	4	3	4	4	3	3.60	0.55	1.00	
1.1. 실제 상황 혹은 현장에서 발생하는 구체적인 사건을 탐색하라	<ul style="list-style-type: none"> 해당 분야의 전문가 면담 예상 대상자 면담 	4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
1.2. 구체적인 사건 속에서 문제 해결 및 교육적 목적과 관련된 중요한 내용이 무엇인지 분석하라	<ul style="list-style-type: none"> 전문가 면담 	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	
1.3. 사용자가 학습해야 할 지식의 속성(목표, 유형 등)이 무엇인지를 종합하라	<ul style="list-style-type: none"> 표 형태 정리 	4	3	4	4	3	3.60	0.55	1.00	0.88
1.4. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상자에 대한 특성(대상 범위, 대상자가 인식하는 어려움, 도달하고자 하는 목표에 대한 필요 수준)을 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 예상 대상자 면담 혹은 설문 목표에 대한 필요수준과 수행수준 분석 	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	
1.5. 도출된 속성이 가상현실 환경에서 사용자의 조작을 기반으로 한 시뮬레이션 실험적(experiment) 활동에 적합한지 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 전문가 면담 혹은 설문 	4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	D	F	G				
2. 개념적 개요화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 선정하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발	4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
2.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제에서의 핵심적 요소가 무엇인지 확인하게 하라	■ 전문가 면담	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	
2.2. 시나리오를 시간 및 공간적 변화가 반영된 이야기 형태로 구성하기 위해 일련의 절차(흐름도)로 나타내라	■ 흐름도 작성	3	3	4	4	4	3.60	0.55	1.00	
2.3. 일련의 핵심 내용이 포함된 스토리보드를 구현하여 구체적으로 나타내라	■ 상황적 설명, 교육 내용, 화면 명, 화면 설명이 포함된 스토리보드 개요 작성	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	
3. 현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	
3.1. 현장에 방문하여 현실에서의 공간 및 객체가 지니는 주요 특성(전체 구조, 공간적 분위기를 야기하는 요소)을 확인하라	■ 현장 방문 ■ 실제 환경 특성 작성	4	4	4	4	3	3.80	0.45	1.00	
3.2. 교육용 시뮬레이션이 적용되는 가상현실 환경을 구현하기 위해 실제 환경 촬영, 주요 대상의 크기 측정 및 특성을 작성하라	■ 사진/동영상 촬영 ■ 실제 측정 ■ 실제 환경 특성 작성	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	D	F	G				
3.3. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원적으로 개념적으로 표상(sketch)한 후 3차원적 형태(표면, 색채, 깊이, 공간감)로 나타내라	<ul style="list-style-type: none"> 3차원 가상현실 공간 구현 소프트웨어 활용 	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	
4. 과제(task) 복잡성 원리 : 시뮬레이션 과제의 내용과 스토리의 특성을 고려하여 계층을 결정한다.	실제적 설계 및 개발	4	4	3	4	2	3.40	0.89	0.80	
4.1. 전체 단계가 복잡한 경우 난이도별로 구분하라	<ul style="list-style-type: none"> 스토리보드 구체화 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	3	3	4	4	3	3.40	0.55	1.00	
4.2. 단계의 수준이 적절하지 않는 경우 난이도를 변경할 수 있도록 하라	용 시뮬레이션 소프트웨어 활용	4	3	3	4	3	3.40	0.55	1.00	
5. 수준 선택권 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하여 구분하고 선택권을 제공한다.	실제적 설계 및 개발	3	3	2	4	4	3.20	0.84	0.80	
5.1. 사용자의 수준이 낮은 경우 구체적인 안내 등이 이루어질 수 있는 단계별 훈련 및 연습 활동 형태, 사용자의 수준이 높은 경우 별도의 안내가 이루어지지 않는 최종 시뮬레이션 활동 형태가 이루어질 수 있도록 구성하라	<ul style="list-style-type: none"> 스토리보드 구체화 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	4	3	3	4	4	3.60	0.55	1.00	
5.2. 사용자가 잘못된 활동 형태를 선택하는 경우 수준에 따른 활동 형태의 변형이 이루어질 수 있도록 선택 기능을 제공하라		4	3	3	4	3	3.40	0.55	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	D	F	G				
6. 초기 안내 원리 : 가상현실이 사용자에게 야기할 수 있는 주의 분산을 없애고 교육적 이해를 높이기 위해 시뮬레이션 활동 이전 단계에서 주요 정보를 제공한다.	실제적 설계 및 개발	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	
6.1. 사건이 일어난 주요 맥락을 포함한 설명을 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 초반 도입 부분에 제시하여 교육용 시뮬레이션에 대한 이해를 향상시켜라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	3	4	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
6.2. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용자가 활용하기에 앞서 학습 내용과 관련있는 용어, 사용법, 주의 사항 등을 안내하라		4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
7. 입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.	실제적 설계 및 개발	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
7.1. 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건(trigger event)를 설정하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	4	3	2	4	2	3.00	1.00	0.60	
7.2. 사용자가 1인칭 시점에서 사건에서 주인공 역할로 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하라		4	3	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
7.3. 의견(대안) 선택 전 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색 혹은 조작하도록 하라		4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	D	F	G				
7.4. 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라		4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
7.5. 주어진 상황에 대한 사용자의 의견 반영 및 선택으로 인해 상이한 결과가 나타나게 하라		4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
8. 감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.	실제적 설계 및 개발	3	3	3	4	4	3.40	0.55	1.00	
8.1. 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
8.2. 구체적인 방향성을 안내하는 가이드(방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라		4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
9. 활동 정보 제공 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 정보 혹은 도움을 제공한다.	실제적 설계 및 개발	4	4	2	4	3	3.40	0.89	0.80	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	D	F	G				
9.1. 시뮬레이션에서 부가적인 정보를 제공하는 대상 혹은 물체를 제시하고 사용자가 이를 접촉 혹은 접근하였을 때 관련 정보를 제공하라		4	4	3	4	4	3.80	0.45	1.00	
9.2. 사용자가 시뮬레이션 진행 혹은 방향 등에 복잡하거나 어렵다고 인식하는 경우 도움을 제공할 수 있는 단서 혹은 힌트를 제공하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
9.3. 인지적 측면에서 도움을 줄 수 있는 지원 도구(예: 시뮬레이션 진행 단계 확인할 수 있는 학습 맵 혹은 도움말)를 활용하여 사용자의 현재 상황을 안내하라		3	4	4	4	4	3.80	0.45	1.00	
10. 가상 결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.	실제적 설계 및 개발	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
10.1. 주요 단계에서 핵심적인 내용에 대한 이해 수준을 확인할 수 있는 퀴즈나 질문을 제시하고 선택하게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리보드 구체화 ■ 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 소프트웨어 활용 	2	3	3	4	2	2.80	0.84	0.60	
10.2. 잘못된 선택을 하게 되는 경우 사용자의 수준을 고려하여 상이한 피드백을 제시하라		4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

설계원리 및 지침	주요 활동	전문가					평균	표준 편차	내용 타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
		B	C	D	F	G				
<p>* 초보자 : 안내 메시지 제공 등을 활용하여 구체적으로 무엇이 잘못되었는지에 대해 즉각적 및 인위적 피드백을 제공하라</p> <p>** 사진 지식을 지닌 경험자 : 가상 인물이나 대상을 통해 제시하는 자연적 피드백을 제공하라</p>										
10.3.	잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
10.4.	가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

개별 설계원리 각각에 대한 전문가 타당화 분석 결과, 맥락 분석 원리(M=3.60, SD=.55), 개념적 개요화 원리(M=3.80, SD=.45), 현실 반영 원리(M=3.80, SD=.45), 과제 복잡성 원리(M=3.40, SD=.89), 수준 선택권 원리(M=3.20, SD=.84), 초기 안내 원리(M=3.60, SD=.55), 입체적 탐색 및 조작 원리(M=4.00, SD=.00), 감각적 방향 안내 원리(M=3.40, SD=.55), 활동 정보 제공 원리(M=3.40, SD=.89), 가상 결과 제시 및 피드백 원리(M=4.00, SD=.00) 으로 설계원리 전반에 있어서 타당성을 지닌다고 볼 수 있다. 내용 타당도 측면에서 개별 설계원리 각각은 다소 높은 타당성을 지니고 있었지만 각 설계원리의 관련성을 고려하여 통합이 이루어질 필요가 있음을 확인해 볼 수 있었다. 또한, 적합하지 않은 설계 지침이 존재함에 따라 수정 혹은 삭제가 이루어질 필요가 있음을 확인하였다. 평가자간 일치도를 살펴보면 지난 2차 전문가 타당화에서의 평가자 간 일치도 0.61에서 0.88으로 상향이 이루어졌으며 다소 높은 수준의 일치도를 나타냈다. 세부적인 측면에서 검토 의견을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-32> 개별 설계원리 및 지침에 대한 3차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
주요 활동 수정	일부 설계 지침에서 실제적 활동의 반영 필요함 (전문가 B, C, D)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 일부 설계 지침 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 주요 활동을 수정함
설계원 리 및 지침의 통합과 추가	서로 내용 상 관련성을 지닌 설계 지침과 원리들이 존재함에 따라 이를 통합 가능함 (전문가 B, G)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 초기 안내 원리(설계원리 6) ■ 활동 정보 제공 원리(설계원리 9) ■ 개념적 개요화 원리(설계원리 2) ■ 과제 복잡성 원리(설계원리 4) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 두 가지 원리와 설계 지침을 정보성 원리로 통합함 ■ 과제 복잡성 원리를 개념적 개요화 원리에 통합함
	전문가의 사고와 행동을 반영한 모델링을 강조할 필요가 있음 (전문가 B)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 자료 수집 및 분석 단계 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모델링 원리 및 지침을 추가함

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
	사용자의 행동에 따른 예상 반응과 내용에 대한 지침을 추가할 필요가 있음 (전문가 G)		
	사건 발생에 대한 원인을 파악하는 것은 맥락 분석에서 중요함 (전문가 G)	<ul style="list-style-type: none"> 맥락 분석 원리(설계원리 1) 	<ul style="list-style-type: none"> 맥락 분석 원리에 포함되는 설계 지침을 추가함
설계 지침의 반영 순서	설계 지침이 사용자의 활동과 관련된 순서를 지니는 경우 구분할 것 (전문가 C, G)	<ul style="list-style-type: none"> 일부 설계 지침 	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침이 활동 전 혹은 활동 중 등으로 구분될 수 있는 경우 이를 명시함
	실제 적용이 이루어지는 순서를 고려할 필요가 있음 (전문가 G)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 1.3 설계 지침 3.1 설계 지침 3.2 	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침의 순서를 변경함
설계 지침의 삭제 혹은 이동	시뮬레이션의 특성에 부적절한 설계 지침이 존재함 (전문가 B, G)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 10.1 	<ul style="list-style-type: none"> 삭제함
	원리에 적합하지 않는 설계 지침이 존재함 (전문가 D, G)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 지침 7.1 	<ul style="list-style-type: none"> 개요화 원리로 이동함
내용 수정	난이도 선택이 가능한 접근은 분석단계에서의 사용자특성 분석이 잘못되었음을 나타내므로 의미가 상충되며, 사용자 수준을 고려한 접근에 따른 선택이기 보다는 단계별 접근 혹은 종합적 접근에 따른 선택이라고 볼 수 있음 (전문가 D)	<ul style="list-style-type: none"> 수준 선택성 원리 	<ul style="list-style-type: none"> 선택성 원리의 주 내용과 이에 포함되는 설계 지침의 의미 및 내용을 단계별 접근이 가능하도록 안내하는 내용으로 수정함

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
용어 및 표현 수정	설계 지침을 포괄하는 일반적 용어로 수정할 필요가 있음 (전문가 B, C, F)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 맥락 분석 원리 ▪ 개념적 개요화 원리 ▪ 현실 반영 원리 ▪ 수준 선택권 원리 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 맥락 분석화 원리 ▪ 개요화 원리 ▪ 현실 반영성 원리 ▪ 단계성 원리
	의미를 명료하게 제시해야 함 (전문가 B, C, F)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 입체적 탐색 및 조 작 원리 ▪ 감각적 방향 안내 원리 ▪ 가상 결과 제시 및 피드백 원리 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 입체적 조작성 원 리 ▪ 가상 인식성 원리 ▪ 오 개념 발견성 원 리
	용어 표현을 통일하여 제시해야 함 (전문가 B, C, F)		
	문장 표현을 보다 정교화하거나 간결하게 나타낼 필요가 있음 (전문가 B, C, D, F)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 설계원리 및 지침 전반 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 검토를 통해 표현 을 수정함
설계 지침의 예시 추가	실제적인 설계 및 개발에 해당되는 설계 지침의 이해를 높이고자 관련 사례나 예시가 있는 경우 제시하면 좋음 (전문가 G)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제적 설계 및 개 발에 해당되는 설계 지침 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 관련 예시를 제시 함
	달성하고자 하는 목표가 무엇이며 이를 위해 어떠한 활동을 해야 하는지를 보다 효과적으로 인식할 수 있는 지원 전략이 필요함 (전문가 B)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 설계원리 및 지침 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 사고 유발성 원리 및 이에 포함되는 설계 지침을 추가 함

개별 설계원리 및 지침의 검토 의견을 반영한 수정 사항을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 주요 활동에 대한 수정이 이루어졌다. 일부 설계 지침에 대한 주요 활동이 보다 실제적인 측면에서 이루어져야 하는 활동으로 수정이 이루어졌다. 둘째, 개별 설계원리의 관련성을 고려하여 통합 혹은 추가가 이루어졌다. 초기 안내 원리와 활동 정보 제공 원리는 모두 사용자에게 구체적인 정보를 제공하는 공통성을 지니고 있음에 따라 이

에 대한 통합이 이루어졌다. 또한, 개념적 개요화 원리와 과제 복잡성의 원리의 경우 과제 복잡성을 통해 계층 및 개념화가 이루어짐에 따라 과제 복잡성 원리가 개념적 개요화 원리에 통합되었다. 특히, 전문가의 사고와 행동을 모델링하여 반영하는 특성이 보다 강조될 필요가 있음을 확인하여 새로운 원리가 추가되었다. 이외, 맥락 분석에 있어서 문제가 발생하는 원인에 대한 분석을 통해 이를 명확하게 제시하고 파악하는 과정이 중요하다는 의견이 있어 이에 대한 설계 지침이 추가되었다. 셋째, 설계 지침의 적용 순서를 고려한 수정이 이루어졌다. 다양한 설계 지침에 존재함에 따라 어떠한 단계에 적용되는지 다소 혼란이 있을 수 있다는 의견이 있어 콘텐츠에서의 사용자 활동 순서를 전, 중, 후로 구분하여 이를 명시하였다. 설계 지침이 적용되는 과정을 고려하여 일부 설계 지침의 순서가 변경되었다. 넷째, 설계 지침의 타당성과 설계원리와의 관계를 고려하여 삭제 혹은 이동이 이루어졌다. 연구 목적을 고려하여 볼 때, 다소 일반적이며 적합하지 않은 설계 지침이 존재하며 해당 설계원리에 부적절하다는 의견이 있어 삭제 및 이동하였다. 다섯째, 용어 및 표현 측면에서 수정이 이루어졌다. 특히, 설계원리를 제시함에 있어 통일성을 지녀야 한다는 점, 설계 지침을 포괄하는 설계원리가 핵심적으로 드러날 수 있도록 간결하게 제시할 필요가 있다는 점 등을 고려하여 수정이 이루어졌다. 여섯째, 설계 지침에 대한 예시 추가가 필요하다는 의견을 반영하고자 하였다. 실제적인 설계와 개발을 통해 콘텐츠를 구현하기에 앞서 설계원리와 설계 지침을 활용하여 접근이 이루어질 경우 최종 단계에서의 실제적인 산출물이 어떠한 형태인지를 사전에 확인할 수 있도록 구현된 예를 추가하여 이해도를 향상시키고자 하였다. 마지막으로 사용자가 가상현실에서 교육용 시뮬레이션 활동을 통해 도달하고자 하는 목표, 활동에 대한 동기 유발, 수행해야 할 활동의 중요성을 인식하고 이에 대한 사고를 유발할 수 있는 지원이 이루어질 필요성이 제기되어 이에 해당하는 새로운 설계원리와 설계 지침이 추가되었다.


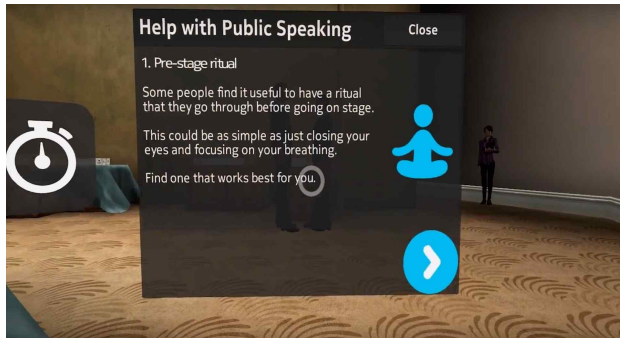
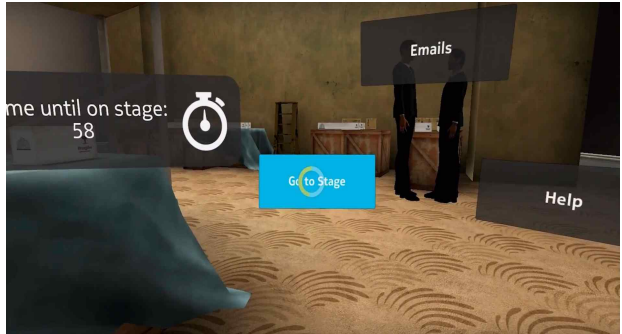
이상의 수정 및 보완을 의견을 반영하여 도출한 총 10개의 설계원리와 이에 포함되는 설계 지침을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

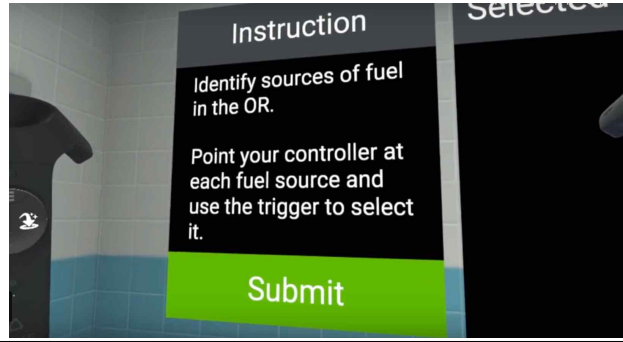

<표 IV-33> 4차 설계원리 및 지침


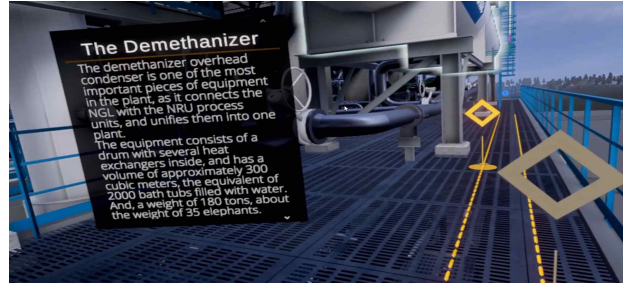

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
맥락적 시나리오	1. 맥락 분석화 원리 : 실제 현장에서 발생하는 상황 및 사건을 고려하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.	자료 수집 및 분석
	1.1. 실제 현장을 방문하여 어떠한 상황에서 사건이 발생하는지를 탐색하라	<ul style="list-style-type: none"> 현장 방문을 통한 관찰 혹은 현장 전문가 면담 현장의 특성을 확인할 수 있는 자료
	1.2. 가장 빈번하거나 중요하게 고려되는 사건을 선정 후 시뮬레이션을 통해 도달하고자 하는 목적 및 목표가 무엇인지를 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 빈도 확인 전문가 면담을 통한 중요도 확인
	1.3. 사건이 발생하는 원인이 무엇인지를 구체적으로 분석하여 이를 시각적으로 나타내라	<ul style="list-style-type: none"> 원인 분석 후 다이어그램으로 제시 (Cause Root Diagram 혹은 Fishbone Diagram)
	1.4. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상자에 대한 특성(대상 범위, 대상자가 인식하는 어려움, 도달하고자 하는 목표에 대한 필요 수준)을 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 예상 대상자 면담 설문을 통한 목표에 대한 필요수준과 수행수준 분석
	1.5. 사용자가 학습해야 할 지식의 속성(목표, 유형 등)이 포함된 설계 및 개발의 근거, 구현 방향을 종합하여 제시하라	<ul style="list-style-type: none"> 설계 개요도 작성
	1.6. 도출된 속성이 가상현실 환경에서 사용자의 탐색 혹은 활동을 기반으로 한 교육용 시뮬레이션에 적합한지 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 전문가 면담 혹은 설문

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
실제적 활동 및 반응	2. 모델링 원리 : 해당 영역에서 교육 혹은 훈련이 필요한 기술 혹은 역량에 대해 사용자가 전문가와 유사하게 접근이 이루어질 수 있도록 실제 전문가의 사고와 행동을 모델링하여 반영한다.	자료 수집 및 분석
	2.1. 해당 분야의 전문가가 해당 사건이 발생하였을 경우 어떠한 활동을 하는지를 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 현장 방문을 통한 관찰 혹은 현장 전문가 면담
	2.2. 사건에 대해 전문가가 수행하는 적절한 행동과 초보자가 오류를 범할 수 있는 적절하지 않은 행동이 무엇인지를 분석하여 예상되는 행동과 반응을 도출하라	<ul style="list-style-type: none"> 사건에 대한 적절한 행동 및 적절하지 않은 행동 도출 내용 전문가 검토
	2.3. 행동에 대한 반응과 설명적(explanatory) 피드백 내용을 설계하라(설명적 피드백 : 사용자의 의견이나 판단에 대해 단순히 옳고 그름만을 제시하기보다는 이에 대한 이유나 근거 등을 함께 제시함)	<ul style="list-style-type: none"> 예상 행동에 대한 반응 및 내용 구성 내용 전문가 검토
맥락적 시나리오	3. 개요화 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 선정하고 시뮬레이션 과제의 내용과 스토리의 특성을 고려하여 순차적으로 설계한다.	자료 수집 및 분석 실제적 설계 및 개발
	3.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제 중 핵심적 요소가 무엇인지 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 현장 전문가 면담
	3.2. 핵심 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건(trigger event)이 무엇인지를 확인하라	<ul style="list-style-type: none"> 현장 전문가 면담
	3.3. 전개될 시나리오의 요소와 내용을 개발하라	<ul style="list-style-type: none"> 시나리오 주요 요소 및 내용 개발
	3.4. 사용자의 활동이 어떠한 순서로 이루어지는지를 나타내는 활동 진행 구조도를 설계하라	<ul style="list-style-type: none"> 활동 진행 구조도 작성

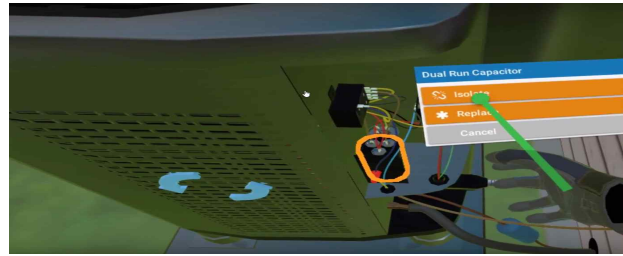
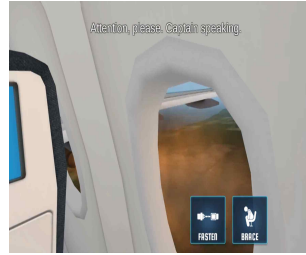


구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
	3.5. 활동 진행(시작 단계→활동 단계→끝 단계)에 따른 스토리보드를 순차적으로 설계하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 상황적 설명, 화면 명, 화면 설명이 포함된 스토리보드 개발
	3.6. 설계된 시뮬레이션 활동 스토리보드 위에 활동 측면에서 도움이 될 수 있는 지원 요소 및 전략을 제시하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지원 요소 제시 및 내용 작성
시뮬레이션 행위 유발성	4. 현실 반영성 원리 : 현실과 유사한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 실제 특성을 고려한 공간 및 객체를 구성하여 현실감 및 사실성을 향상시킨다.	자료 수집 및 분석
	4.1. 현장에 방문하여 실제 환경을 촬영하거나 주요 대상의 크기를 측정하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현장 방문 ■ 사진/동영상 촬영 혹은 실제 측정
	4.2. 현실에서의 환경 혹은 공간 및 객체가 지니는 주요 특성(공간 구조 등의 환경적인 측면에서 영향을 야기할 수 있는 주요 요소 혹은 공간적 분위기를 야기하는 요소)을 파악하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실제 환경의 특성 작성
	4.3. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원(개념적)으로 표상(sketch)하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대상, 장소, 환경에 대한 스케치
실제적 활동 및 반응	5. 단계성 원리 : 가상현실에서 사용자가 시뮬레이션 활동을 통해 점차 숙련된 전문가로서 역할을 수행할 수 있도록 단계별 접근이 가능한 설계를 통해 효과적으로 지식을 획득 및 적용하게 한다.	실제적 설계 및 개발

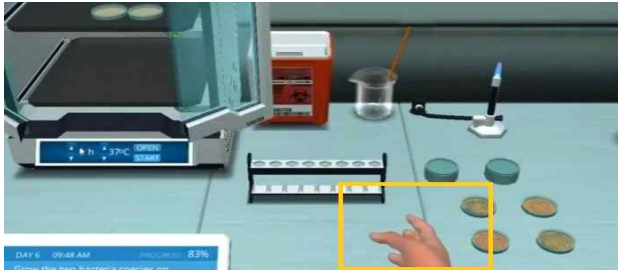
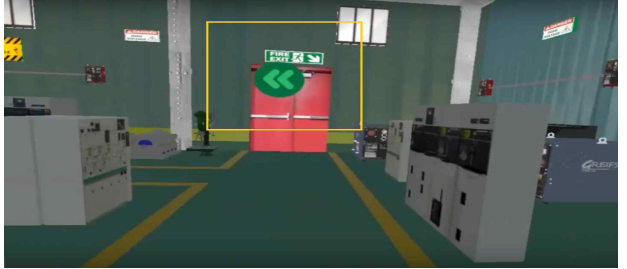

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
	5.1. (활동 전) 단계별 접근이 가능하도록 접근 형태를 구분하라	
	5.2. (활동 중) 단계별 훈련 및 연습 활동 형태에서는 지원 요소나 전략 등을 활용하여 구체적 안내를 제공하라	<div data-bbox="1131 783 1339 863"> ■ 스토리 보드 구체화 </div> 
	5.3. (활동 중) 단계별 활동을 수행한 후에는 별도 도움이나 힌트 등의 안내가 제공되지 않는 실전 형태를 안내하여 사용자가 총체적인 접근이 이루어질 수 있도록 안내하라	


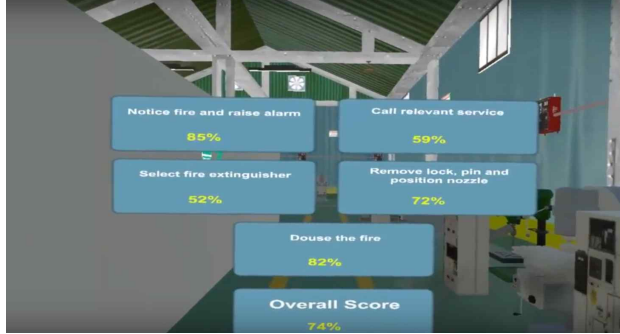
구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
실제적 활동 및 반응	<p>6. 사고 유발성 원리 : 사용자가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 활동을 통해 달성하고자 하는 목표를 보다 분명하게 이해하고 활동에 참여할 수 있도록 사고를 촉진하게 한다.</p>	<p>실제적 설계 및 개발</p>
	<p>6.1. (활동 전) 효과적인 목표 달성을 위해 사용자가 수행해야 하는 주요 활동을 제시하여 사전 브리핑 (prebriefing)이 이루어질 수 있도록 하라</p>	
	<p>6.2. (활동 전) 실제적인 활동이 이루어지기 전에 주어진 상황에서 사용자가 어떠한 행동을 수행해야 하는지에 대해 사고할 수 있도록 질문을 제시하라</p>	<p>■ 스토리 보드 구체화</p>  <p>* 부가 설명 : 객체가 청각적 요소(소리)로 이 상황에서 어떠한 정보를 모으고 분석을 해야 하는지에 대해 질문을 제기함</p>

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
시뮬레이션 행위유발성	7. 정보성 원리 : 사용자가 가상현실 기반 시뮬레이션 활동을 수행함에 있어 도움을 줄 수 있는 정보(단서 혹은 힌트로서 역할)를 제공하여 효과적인 시뮬레이션 활동을 촉진한다.	실제적 설계 및 개발
	7.1. (활동 전) 사건의 주요 맥락을 포함한 설명을 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 초반 도입 부분에 제시하여 상황 및 사건에 대한 이해를 향상시켜라	
	7.2. (활동 전) 활동 전에 사용자에게 학습 내용과 관련된 용어, 사용법, 주의 사항 등을 안내하라	<div data-bbox="1131 890 1339 970">■ 스토리 보드 구체화</div> 
	7.3. (활동 중) 활동 수행에 도움을 줄 수 있는 부가 정보 제공 대상 혹은 물체를 제시하고, 사용자가 이를 접촉 혹은 접근하였을 때 관련 정보를 제공하라	

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
	<p>7.4. (활동 중) 사용자가 수행해야 하는 시뮬레이션 활동이 고려해야 할 요소나 절차의 복잡성을 지니는 경우 주요 내용을 확인할 수 있도록 하라</p>	
	<p>7.5. (활동 중) 인지적 측면에서 도움을 줄 수 있는 지원 도구(예: 시뮬레이션 진행 단계 확인할 수 있는 학습 맵 혹은 도움말 등)를 활용하여 사용자의 현재 상황을 안내하라</p>	<div data-bbox="1368 628 1671 882">  </div> <div data-bbox="1682 628 1989 882">  </div>
실제적 활동 및 반응	<p>8. 입체적 조작성 원리 : 다양한 측면에서 접근을 가능하게 하여 입체적인 탐색과 적절한 대안 선택이 이루어지도록 한다.</p>	<p>실제적 설계 및 개발</p>
	<p>8.1. (활동 중) 화면 시점을 포함하여 사용자가 1인칭 시점에서 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하도록 하라</p>	<div data-bbox="1137 1182 1339 1262"> <p>■ 스토리 보드 구체화</p> </div> <div data-bbox="1368 1094 1980 1350">  </div>

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
	8.2. (활동 중) 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색할 수 있도록 안내하거나 변수를 조작하게 하라	
	8.3. (활동 중) 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라	 
	8.4. (활동 중) 사용자 의견 선택에 따른 행동이 제시되거나 사용자가 직접 시뮬레이션 활동을 수행하도록 하라	
시뮬레이션 행위유발성	9. 가상 인식성 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 존재하고 있음을 인식하게 하고 활동 방향에 대해 안내한다.	실제적 설계 및 개발

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시	
	9.1. (활동 중) 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리 보드 구체화 	
	9.2. (활동 중) 구체적인 방향성을 안내하는 가이드(방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라		
실제적 활동 및 반응	10. 오 개념 발견성 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과와 피드백을 제시하여 반성적 사고를 유도한다.	실제적 설계 및 개발	
	10.1. (활동 중) 선택을 하게 되는 경우 피드백을 제시하여 왜 이러한 상황이 발생하였는지를 인식하게 하라	<ul style="list-style-type: none"> ■ 스토리 보드 구체화 	

구성요소	설계원리 및 지침	주요 활동 혹은 예시
	<p>10.2. (활동 중) 시뮬레이션 활동을 적절하게 수행하지 않았을 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라</p>	
	<p>10.3. (활동 후) 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라</p>	

3) 절차 모형에 대한 타당화

절차 모형에 대한 3차 타당화는 1차 및 2차와 동일하게 총 다섯 가지 측면(타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도)에서 이루어졌다. 이에 대한 결과를 정리하면 다음과 같다.

<표 IV-34> 절차 모형에 대한 3차 전문가 타당화 결과

구분	전문가					평균	표준편차	내용타당도 (CVI)	평가자 간 일치도 (IRA)
	B	C	D	F	G				
타당성	4	4	3	4	4	3.80	0.45	1.00	0.80
설명력	4	4	3	4	3	3.60	0.55	1.00	
유용성	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
보편성	4	4	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
이해도	4	3	2	4	4	3.40	0.89	0.80	

3차 전문가 타당화 결과, 타당성(M=3.80, SD=.45), 설명력(M=3.60, SD=.55), 유용성(M=4.00, SD=.00), 보편성(M=4.00, SD=.00), 이해도(M=3.40, SD=.89)으로 다섯 가지 항목 모두 높은 점수를 받아 타당성을 지닌다고 볼 수 있다. 내용 타당도 측면에서도 다섯 가지 항목 모두 타당성을 지님을 확인 가능하다. 단, 다른 항목과 달리 이해도에 대한 내용 타당도가 0.80으로 나타났다. 내용 타당도 지수를 고려하여 볼 때, 다소 높은 수준의 이해도를 지닌다고 해석 가능하나 세부적인 측면에서 모형의 이해도를 보다 향상시킬 수 있는 구조로 변경할 필요가 있음을 확인할 수 있었다. 평가자간 일치도는 지난 2차 전문가 타당화 0.60에서 0.80으로 상향되었으며 이는 평가자 간 일치도가 다소 높은 수준이라고 판단 가능하다. 세부적인 측면에서 수정 및 보완의견을 정리하여 나타내면 다음과 같다.

<표 IV-35> 절차 모형에 대한 3차 전문가 검토 의견

구분	전문가 의견	해당 사항	검토 의견 반영 사항
	다양한 단계와 절차가 포함되어 접근이 용이하나 좌우로 제시되어 전체 구조를 한 눈에 파악하기에 다소 어려움 (전문가 C)	▪ 모형 전반	▪ 전체 구조를 순서에 따라 상하로 변경함
모형의 가시화	거시적인 구조 설계 후 미시적인 기능이 이루어지는 점진적(incremental) 특성이 보다 강조되도록 나타내는게 좋음 (전문가 B, G)	▪ 일반 모형 및 상세 모형 : 설계 단계	▪ 점진적 특성이 가시적으로 나타나도록 수정함
	일반 모형이 전체 모형의 특성을 가시적으로 나타낼 수 있도록 수정할 필요가 있음 (전문가 B, G)	▪ 일반 모형	▪ 모형이 지닌 주요 단계와 수행해야 할 주요 내용, 진행 절차의 순환적 특성이 드러나도록 수정함
단계의 중요성 강조 및 통합	서로 밀접한 관련성을 지닌 단계를 하나로 통합할 것 (전문가 C)	▪ 상세 모형 : 일부 단계	▪ 상세 모형에 대한 재검토를 통해 내용상 밀접한 단계를 서로 통합함
원리와 모형의 연결성	모형의 적용을 고려하여 최종 도출된 설계 지침의 순서를 기입할 것 (전문가 F)	▪ 일반 모형 및 상세 모형 전반	▪ 모형의 각 단계에 관련 설계 지침을 표시함
용어 및 표현 수정	실제적으로 사용되는 용어 및 표현으로 변경할 필요가 있음 (전문가 B, G)	▪ 일반 모형 및 상세 모형 단계 일부	▪ 일부 용어 및 표현을 변경함

세부적인 측면에서 검토 의견을 분석한 결과, 크게 다섯 가지 측면에서 수정이 이루어질 필요가 있음을 확인하였다. 첫째, 모형의 가시화가

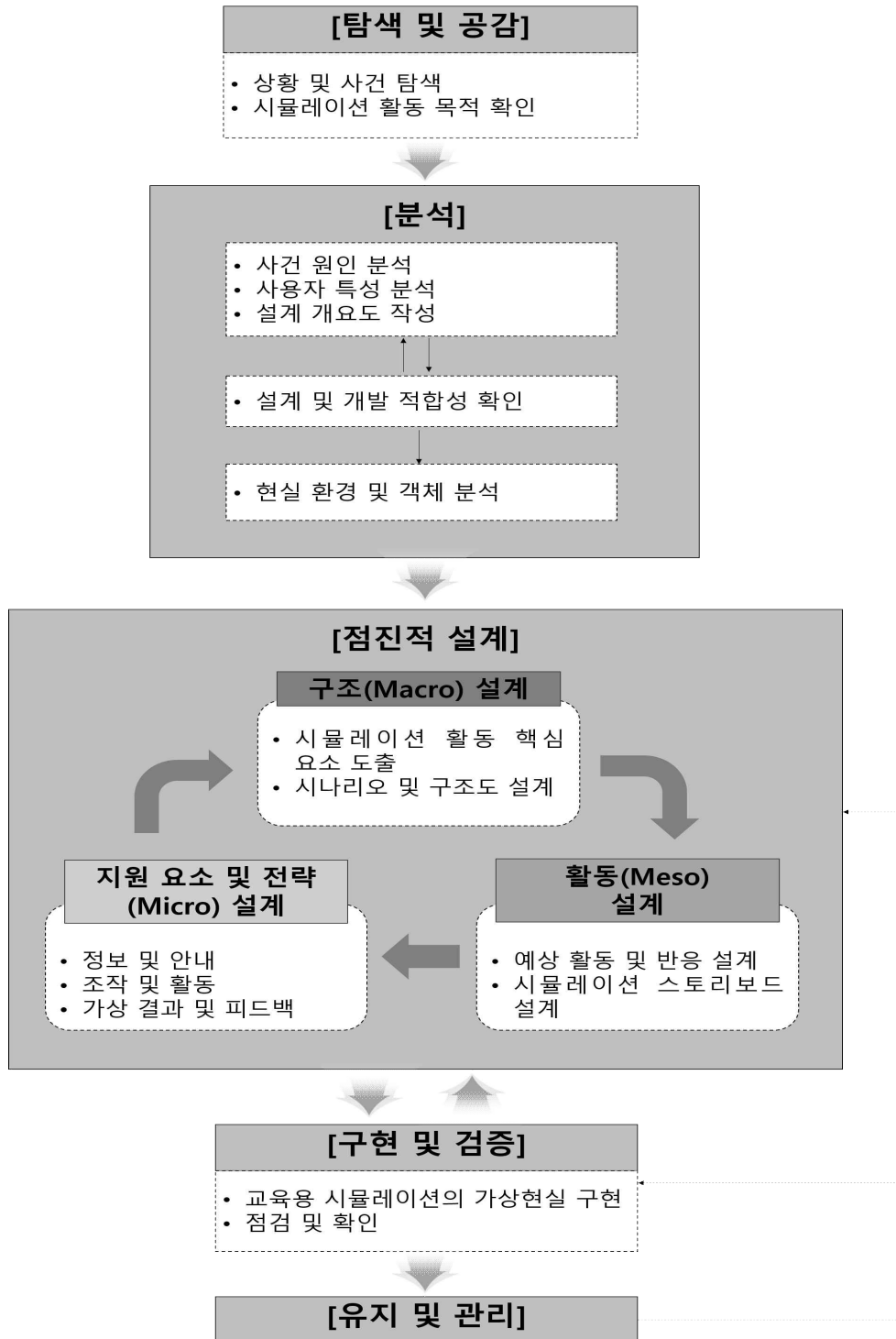
이루어져야 할 필요가 있다. 현재 제시된 일반적 모형과 상세 모형은 여러 단계들을 단계화하여 종합적으로 나타낸다는 점에서 활용 용이성을 지니고 있지만 한 눈에 전체를 파악하기에 어려움을 지니며 제시된 모형의 세부 단계가 가시적으로 드러나지 않는다는 의견이 제기되었다. 이에 따라 모형의 구조를 수정하여 보다 가시적으로 파악할 수 있는 형태로 수정이 이루어졌다. 또한, 설계 단계에서의 Macro, Meso, Micro 설계가 점진적 성격을 지니고 있는 반면 모형에서는 그 특징이 드러나지 않는다는 의견을 반영하여 이에 대한 수정을 실시하였다. 일반 모형의 경우 전체 상세 모형의 주요 특성이 보다 강조되도록 수정할 필요가 있다는 의견을 반영하여 주요 절차와 내용, 그리고 모형 진행 단계의 특성이 보다 가시적으로 드러나도록 시각화하였다.

둘째, 구체적인 절차를 세부적으로 나타내는 구체화된 상세 설계모형에서의 단계 수정이 이루어졌다. 각 단계의 내용이 밀접하게 관련성을 지닌 경우 통합이 이루어졌다. 또 다른 단계에서의 수정은 기능적인 측면에서의 어포던스 설계이다. 어포던스 설계는 환경이나 객체에 대한 분석을 통해 일종의 활동에 대한 정보를 제공하는 기능을 수행하므로 정보 설계의 하위 요소로 포함될 필요가 있다는 것을 확인해 볼 수 있었다.

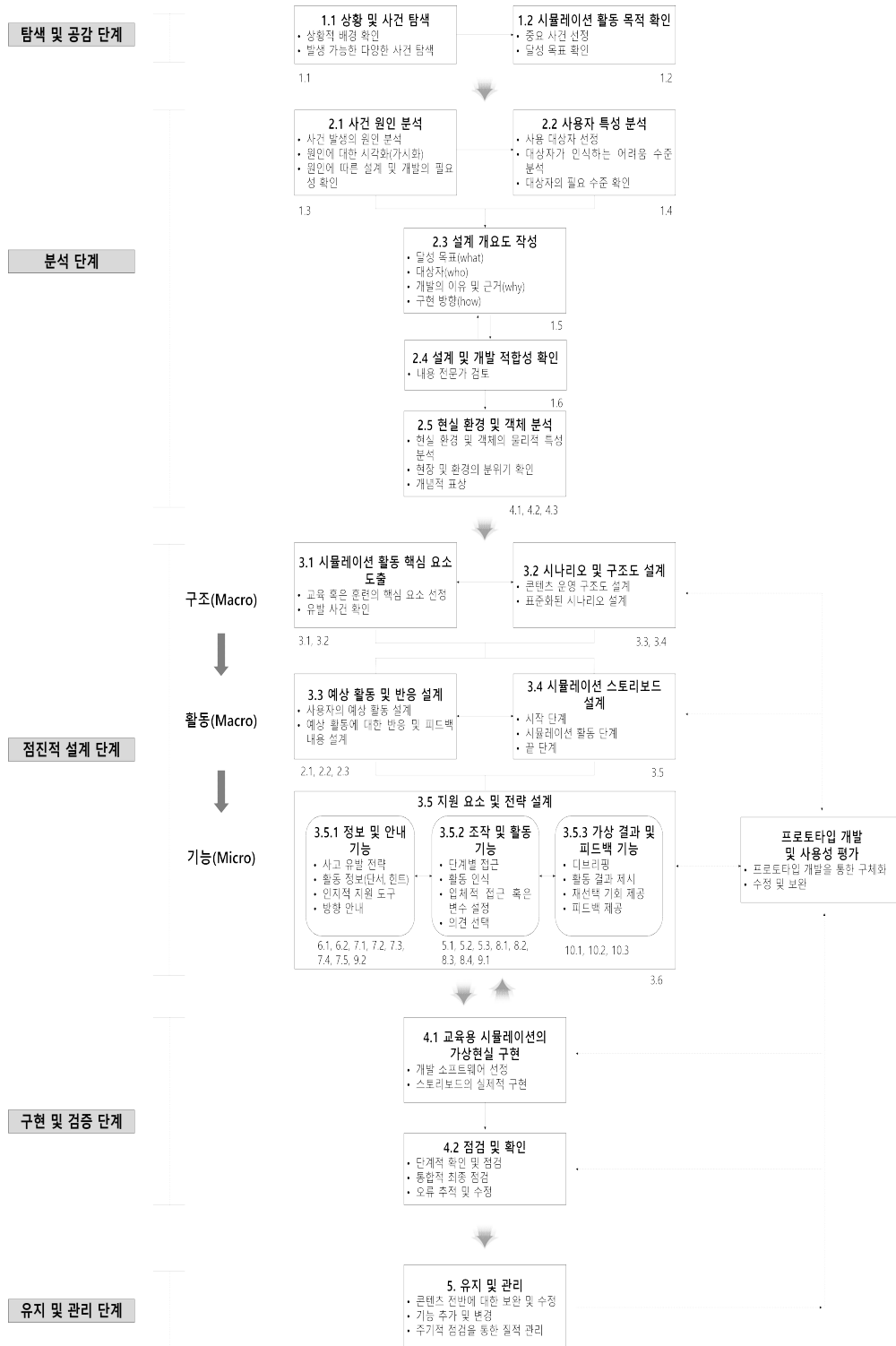
셋째, 모형과 원리의 연계성을 강조하였다. 각 모형의 단계별로 어떠한 원리나 설계 지침이 반영되는지 알기 어렵다는 의견이 제시되었다. 모형은 시각화하여 가시적으로 드러낼 필요가 있으므로 이 점을 반영하여 모형의 각 단계에 해당되는 설계 지침을 기입하였다.

넷째, 일부 용어 및 표현 측면에서 실제 현장에서 활용되는 표현과 더불어 각 단계별 특성이 부각될 수 있도록 수정이 이루어졌다. 예컨대, 오류를 확인하는 용어보다는 현장에서 오류를 추적한다는 표현이 더 일반적으로 사용됨으로써 이를 반영하여 표현을 수정하였다.

이상의 의견을 반영한 4차 설계모형을 제시하면 다음과 같다.



[그림 IV-34] 일반적 절차 모형(4차)



[그림 IV-35] 상세화된 구체적 절차 모형(4차)

* 네모 박스 하단의 숫자는 4차 설계원리의 지침을 의미함

라. 설계원리 및 모형 적용을 통한 프로토타입 개발

도출된 4차 설계원리와 모형을 기반으로 프로토타입에 대한 개발과 설계원리 및 모형 적용에 대한 설계자 반응에 대한 분석이 이루어졌다. 특히, 프로토타입을 설계 및 개발함에 있어 보다 효과적인 접근이 이루어질 수 있도록 워크시트(worksheet)를 개발하여 설계 시 이를 활용하도록 안내하였다[부록 2 참고]. 설계팀에게 초등학교 수업 상황에서 나타나는 문제가 무엇인지를 파악하여 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠의 프로토타입을 개발하라는 과제(task)를 제시하였다. 설계모형의 적용을 통한 프로토타입 개발 결과를 각 단계별로 요약하여 제시하면 다음과 같다.

먼저, 초등학교 수업 현장에서 어떠한 문제 상황이 발생하며 그 중 대표성을 지닌 문제 상황이 무엇인지에 대한 확인이 이루어졌다. 그리고 해당 사건이 교육용 시뮬레이션 콘텐츠로 개발이 이루어질 경우 어떠한 목적과 목표를 지녀야 하는지를 확인하였다. 이를 통해 설계 참여자들은 현장의 상황과 사건에 대한 이해와 공감의 이루어졌다.

보다 세부적인 측면에서 탐색 및 공감 단계의 프로토타입 개발 주요 내용을 제시하면 다음과 같다. 학교 현장에서 어떠한 사건이 발생하는지를 확인하기 위해 현재 학교 현장에 재직하고 있는 교사 3인에 대한 면담과 현장의 특성을 확인할 수 있는 영상 자료에 대한 분석을 실시하였다(설계 지침 1.1). 면담 대상자들은 실제 현장에서 발생하는 상황과 사건에 대해 다양한 의견을 제공해 줄 수 있는 자로 최소 7년 이상 근무를 한 교사로 한정하였다. 면담 대상자들에게 ‘교사로서 근무를 하면서 수업과 관련하여 힘든 점은 무엇이었습니까?’, ‘수업을 위해 다양한 측면에서 준비를 하였음에도 불구하고 어떠한 사건 혹은 문제가 발생하였습니까?’와 같은 질문을 활용하여 구체적인 상황과 사건을 확인하고자 하였다. 무임승차, 학생의 수준 및 동기 차로 인한 난이도 조절의 어려움, 학생들의 질문, 반응 등의 의사소통 측면에서 어려움을 지님을 확인해 볼 수 있었다. 이에 대한 주요 의견을 제시하면 다음과 같다.

“팀별로 무언가를 만들어내거나, 학습지 빈칸을 작성하는 것 등 팀 활동을 하는거를 꺼려해요. 잘하는 학생일 경우 무임승차하는 학생이 있어서 해야할 일이 부담이 되고, 못하는 학생일 경우 하기 싫고 귀찮아하는 문제가 발생하죠.” (교사 A)

“학생 수준별로 수업 난이도 조절이 어려워요. 이미 선행학습이 많이 진행되어 있어 지식 수준이 높은 학생과 그렇지 않은 학생에 대한 차이가 매우 크니까요. 그 두 수준을 어떻게 맞추어 교육을 진행할지에 대해 고민을 많이 하게 되더라고요.” (교사 B)


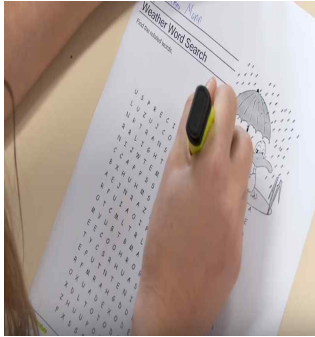


“의사소통에 대한 문제는 정말 많이 일어나는 사건이라고 볼 수 있어요. 학생들이 말이 없는 경우는 사실 많이 어려워요. 초등 교사이기에 여러 과목을 가르치는데 수학과 같은 과목의 경우 교사가 질문을 하면 학생들이 정답을 말하려고 하기 때문에 말을 하려는 애들만 해요...그리고 학생들 중에 너무 다루는 내용과 다른 차시의 이야기가 진행될 때도 있고...전혀 상관없고 그저 관심 받고 싶어서 하는 질문을 하는 경우도 있구요.” (교사 C)



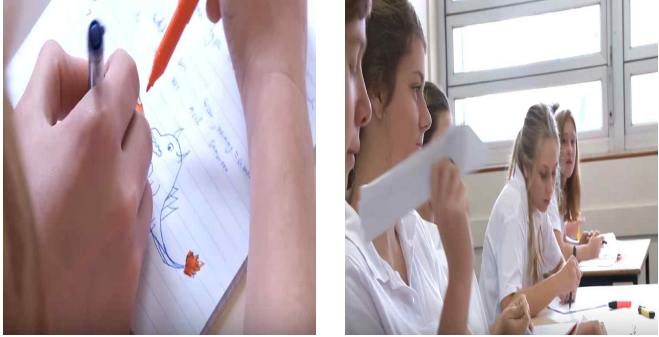
이 외, 수업 운영에 대한 시간 배분, 학습자 통제 등의 문제점 또한 확인해 볼 수 있었다.

면담과 함께 현장의 특성을 확인할 수 있는 영상자료 분석이 이루어졌다. 이는 접근 허용이 가능한 유튜브(youtube) 자료를 탐색하여 선별 후 분석이 이루어졌으며 수업 상황에서 발생하는 장면이 포함된 자료 총 세 개를 분석하였다. 유튜브에서 확인이 가능한 세 가지 자료 모두 잘못된 점을 반영하고 있음을 확인할 수 있는 자료이다. 예컨대, 잘못된 수업

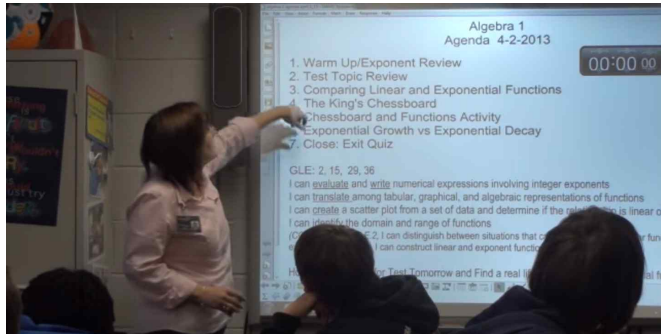


의 예시를 포함하고 있거나 실제 수업을 운영하면서 교사가 잘못된 행동이 무엇인지에 대한 실제 컨설팅이 이루어지는 교육용 자료 영상이 포함된다. 세 가지 자료 중 두 가지 자료는 실제 교사가 수업을 운영하는 상황에서의 현장 자료 성격을 지니며 한 가지는 효과적인 교수-학습을 위한 교육용 자료로 개발한 특성을 지닌 것으로 잘못된 예시를 고려하여 모의 상황을 연출하여 개발한 자료이다. 각 자료에 대한 주요 내용을 정리하여 제시하면 다음과 같다.


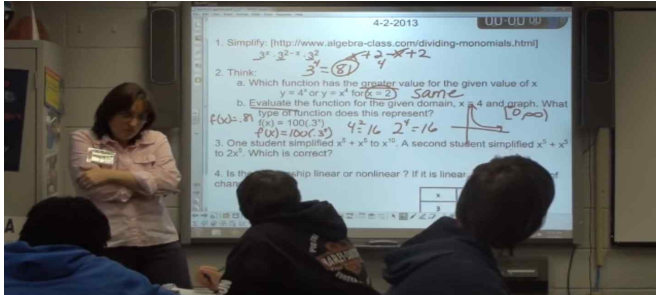
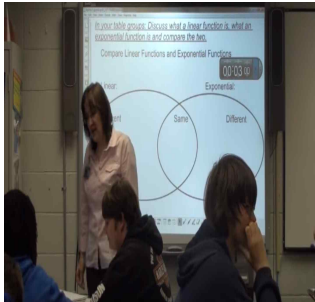
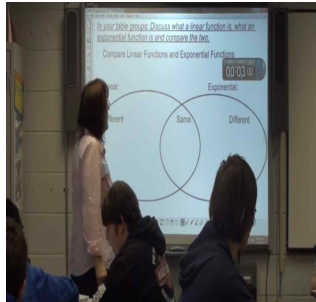
<표 IV-36> 현장의 특성을 확인할 수 있는 동영상 자료 분석(1)

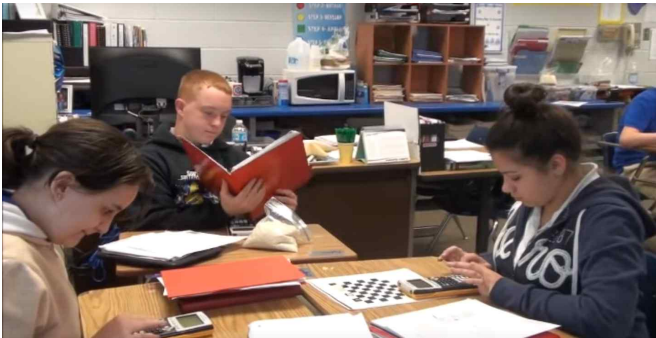
항목	내용	비고
자료 명	<ul style="list-style-type: none"> 국외 수업 운영에 대한 영상 자료 (효과적인 교수-학습을 위한 교육용 자료) 	-
자료 출처	<ul style="list-style-type: none"> https://www.youtube.com/watch?v=iW0XsQ4X28s 	
<p>사건 및 상황 기록</p> <p>어떠한 상황인가?</p> <p>상황 속에서 어떠한 사건이 발생하였는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> weather에 대한 특성 및 관련 단어에 대한 의미를 파악하는 수업을 진행하고 있음(초등학교 4-6학년 수준) 	 
	<ul style="list-style-type: none"> 학생이 weather 특성에 대해 질문을 하는 상황에서 교수자는 쳐다보지 않는 등의 관심을 부여하지 않음 이 후 질문을 확인한 후 반응을 하고 있지만 적절한 반응을 제시하지 않음 	 
<p>주요 행동 기록</p> <p>해당 사건에서 행위자는 어떠한 행동을 하였는가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> 학생의 질문을 하기 위해 손을 든 것을 즉각적으로 확인하지 않음 	

항목	내용	비고
반응자가 나타낸 행동은 무엇인가?	<ul style="list-style-type: none"> 적절한 질문이 아니거나 쉬운 질문으로 고려되어 교수자가 탁상을 치는 행동을 나타냄 또한, 질문에 대해 답변을 하는 동안 학생을 쳐다 보지 않고 교탁에 앉아 창밖을 쳐다보거나 다른 학생을 쳐다봄 답변을 하지않고 다른 학생에게 질문을 함 시간이 다 되자 별도의 요약 없이 수업이 끝났다는 말과 함께 신속하게 종료함 	
	<ul style="list-style-type: none"> 질문 한 학생은 정확한 답변을 얻지 못하여 동료 학생(좌우)을 쳐다봄 	
	<ul style="list-style-type: none"> 의사소통이 제대로 이루어지지 않으며 구체적인 설명과 반응이 이루어지지 않는 수업으로 인해 학생들의 집중이 낮아져 다른 행동을 함 	
특이사항	-	-
기타사항(비고)	-	-


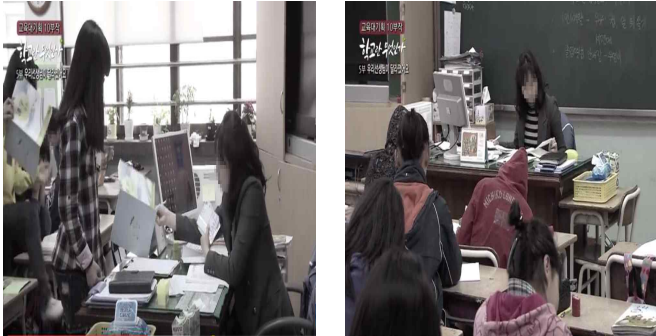
<표 IV-37> 현장의 특성을 확인할 수 있는 동영상 자료 분석(2)



항목	내용	비고
자료 명	<ul style="list-style-type: none"> Mrs. Ward teaches her class (실제 수업 영상 자료)	-
자료 출처	<ul style="list-style-type: none"> https://www.youtube.com/watch?v=FAgT1NaDdq8 	
사건 및 상황 기록	어떠한 상황인가? <ul style="list-style-type: none"> 학습자들에게 수학의 개념과 특성 일부 수업을 진행하고 있음 	
	<ul style="list-style-type: none"> 수업 내용을 이해하지 못한 학습자가 발생함 	-
	상황 속에서 어떠한 사건이 발생하였는가? <ul style="list-style-type: none"> 학습자가 수업 내용에 대해 질문을 하였지만 이에 대해 적절하지 못한 반응이 나타남 학습활동과 관련 없는 행동을 하는 학습자가 나타남 	- -
주요 행동 기록	해당 사건에서 행위자는 어떠한 행동을 하였는가? (1) <ul style="list-style-type: none"> 문제 풀이에 어려움을 지닌 학습자에게 접근하여 도움을 제공하였지만 추가적으로 정확하게 이해하였는지를 확인하지 않고 넘어감 수업에 대한 내적동기가 낮음 	 

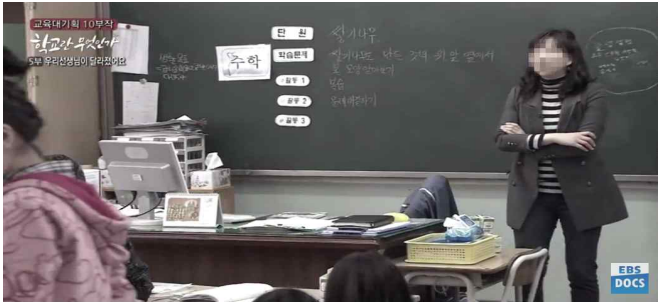


항목	내용	비고
반응자가 나타낸 행동은 무엇인가? (1)	<ul style="list-style-type: none"> 이해하지 못하였다는 자세(태도)를 취하며 문제 풀이를 시도하지 않고 지나가는 교사를 멀뚱히 바라봄 	
해당 사건에서 행위자는 어떠한 행동을 하였는가? (2)	<ul style="list-style-type: none"> 학생이 질문을 하였을 때, 팔짱을 끼며 학습자의 얼굴이나 표정이 아닌 다른 곳을 쳐다봄 질문에 대한 반응으로 추가적인 설명을 진행하는 과정에서 시선이 자주 아래 혹은 칠판을 쳐다봄 	  
반응자가 나타낸 행동은 무엇인가? (2)	<ul style="list-style-type: none"> 학생에 대한 별도 반응이 없었음 	(별도 화면이 제시되지 않음)



항목	내용	비고
해당 사건에서 행위자는 어떠한 행동을 하였는가? (3) 반응자가 나타낸 행동은 무엇인가? (3)	<ul style="list-style-type: none"> 조별 문제 풀이와 관련 없는 학습자의 행동이 나타났지만 별다른 대처를 하지 않음(무임승차) 	
특이사항	-	-
기타사항(비고)	-	-

<표 IV-38> 현장의 특성을 확인할 수 있는 동영상 자료 분석(3)

항목	내용	비고
자료 명	<ul style="list-style-type: none"> EBS 교육대기획 10부작. 학교란 무엇인가 중 5부 우리 선생님이 달라졌어요 (실제 수업 영상 자료) 	-
자료 출처	<ul style="list-style-type: none"> https://www.youtube.com/watch?v=4et61qvptyk 	
사건 및 상황 기록 (1)	<p>어떠한 상황인가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 아침 자습 시간에 교사가 학생들의 공책 검사를 함 	
	<p>상황 속에서 어떠한 사건이 발생하였는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 교사가 학생의 공책만 보는 행동을 나타냄 상호작용 없이 교사로서 수행해야 할 업무만을 함 	

항목	내용	비고
<p>주요 행동 기록 (1)</p>	<p>해당 사건에서 행위자는 어떠한 행동을 하였는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 교사가 학생의 눈을 마주치거나 말을 나누는 등의 상호작용 행동이나 태도가 나타나지 않음 	
<p>반응자가 나타낸 행동은 무엇인가? 어떠한 상황인가?</p>	<ul style="list-style-type: none"> 교사의 행동에 대해 언짢은 표정을 나타냄 검사만 받고 바로 자리로 돌아감 수학 '쌓기나무' 단원의 수업에서 실습 및 문제해결을 실시함 	<p>-</p>
<p>사건 및 상황 기록 (2)</p>	<p>상황 속에서 어떠한 사건이 발생하였는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 학생들과 의사소통이 효과적으로 이루어지지 않음 	

항목	내용	비고
주요 행동 기록 (2)	<p>해당 사건에서 행위자는 어떠한 행동을 하였는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 수업이 이루어지는 동안 팔짱을 끼며 말을 함 	
	<p>반응자가 나타낸 행동은 무엇인가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 학생의 시선이 주로 교과서 등 책상 위를 향하고 있음. 뒤를 돌아보는 학생이나 멍하게 앞을 바라보는 학생도 존재함 	
사건 및 상황 기록 (3)	<p>어떠한 상황인가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 교사가 활용할 기자재 점검을 하고 있음 	
	<p>상황 속에서 어떠한 사건이 발생하였는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 수업 시간이 되었지만 여전히 기자재에 신경을 쓰다보니 수업 운영이 제대로 이루어지지 않으며 학생을 통제하지 못함 	-

항목	내용	비고
주요 행동 기록 (2)	<p>해당 사건에서 행위자는 어떠한 행동을 하였는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 교사가 한숨을 쉰 후 학생을 통제하려고 눈을 감으라고 함 	
	<p>반응자가 나타낸 행동은 무엇인가?</p> <ul style="list-style-type: none"> 학생이 수업에 집중하지 못하거나 딴짓을 함 	
특이사항	-	-
기타사항(비고)	-	-

이상의 현장에서의 의견을 확인하기 위한 교사 면담과 영상 자료 분석을 종합화한 후 가장 우선적으로 어떠한 내용에 대한 교육 혹은 훈련이 필요한지를 확인하기 위해 빈도를 확인하였다(설계 지침 1.2). 확인된 내용을 종합화하여 볼 때, 크게 의사소통, 학생 수준 및 동기 차이, 시간 배분 및 정리, 학습자 통제, 교실 환경 측면에서 문제점 혹은 어려움을 지닌 것으로 확인해 볼 수 있었다.

<표 IV-39> 교사의 수업 운영 문제점과 빈도

구분 및 내용	빈도	비고
의사소통	11	-
학습자의 질문에 대해 적절한 반응을 하지 못함(질문하는 학습자에 대한 즉각적 확인, 시선 처리, 자세 혹은 제스처, 언어적 반응)	(5)	<ul style="list-style-type: none"> 교사 B 교사 C 현장 자료 분석 (1) 현장 자료 분석 (2) 현장 자료 분석 (3)
수업 내용과 관련 없는 의견을 말하는 경우나 의견 혹은 반응을 제시하지 않는 경우 의사소통을 효과적으로 하기 어려움	(4)	<ul style="list-style-type: none"> 교사 A 교사 B 교사 C 현장 자료 분석 (3)
학생들의 질문 혹은 응답, 의견에 대한 설명 혹은 요약 제공이 적절하지 않음	(2)	<ul style="list-style-type: none"> 현장 자료 분석 (1) 현장 자료 분석 (2)
학생 수준 및 동기 차이	8	
문제 풀이 등 학습 내용에 대한 이해를 함에 있어 어려움을 지닌 경우 학습자에게 적절한 도움을 제공하지 못함	(2)	<ul style="list-style-type: none"> 교사 C 현장 자료 분석 (2)
수업 내 조별활동에서 무임승차하는 학습자가 발생하였을 때 적절하게 대처하지 못함	(2)	<ul style="list-style-type: none"> 교사 A 현장 자료 분석 (2)
학생 수준별 차이가 커서 난이도 조절이 어려움	(2)	<ul style="list-style-type: none"> 교사 A 교사 B
수업에 대해 학생들의 동기가 낮아 진행이 어려움	(2)	<ul style="list-style-type: none"> 교사 C 현장 자료 분석 (2)
시간 배분 및 수업 정리	2	
수업 종료 시간이 다가오자 수업 내용 전반을 요약하여 정리하지 않고 마무리함	(1)	<ul style="list-style-type: none"> 현장 자료 분석 (1)
수업 종료 시 추후 수업에 대해 명확하게 안내를 하지 않음	(1)	<ul style="list-style-type: none"> 현장 자료 분석 (1)

구분 및 내용	빈도	비고
학습자 통제	2	
기자재, 퀴즈 도구 등의 준비 및 활용으로 인해 학생들을 통제하기 어려움	(2)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교사 B ▪ 현장 자료 분석 (3)
교실 환경	1	
활동 중심의 수업 환경이 마련되어 있지 않아 운영하기 어려움	(1)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교사 B

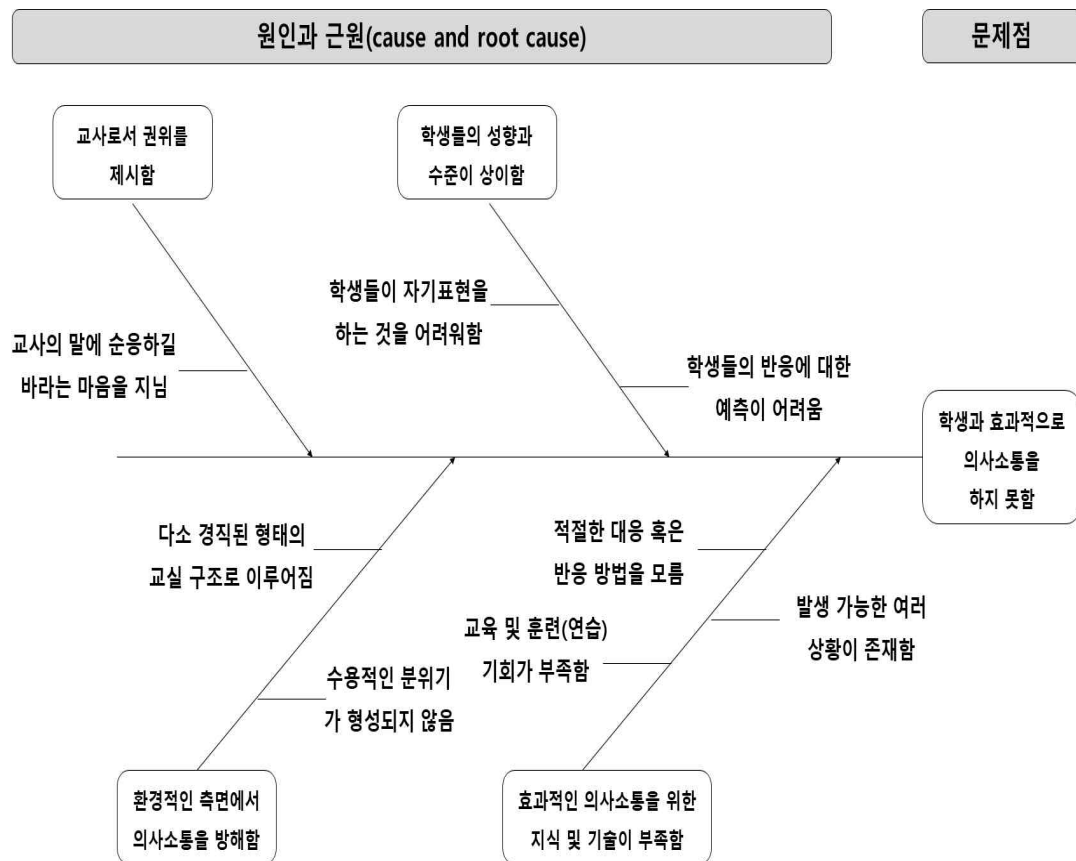
빈도 수를 고려하여 볼 때, 학생들과의 효과적인 의사소통 측면에서 교육이 우선적으로 이루어져야 할 필요성을 확인해 볼 수 있었다. 이에 대해 면담을 실시한 대상자에게 의사소통의 중요성에 대한 추가 확인이 이루어졌다(설계 지침 1.2). 면담에 참여한 교사들은 학생들의 이야기에 대해 경청하고 요약하여 반응, 학생들과 상호작용을 하기 위해 적절하게 반응하는 의사소통 기술은 주의집중, 내용에 대한 이해 향상 등의 측면에서 긍정적인 도움을 줄 것이라고 응답하였다.

“학생들의 이야기를 정리하지 않고 말해서 정작 무슨 이야기를 하고 있는지 모를 때가 있어요. 아이들의 이해 수준을 고려하면 더더욱 그렇죠...듣는 사람이 말하는 사람의 이야기에 반응하거나 그러한 노력을 하는 경우 학생 입장에서는 집중하게 되죠....교사 이야기를 더 집중해서 들을 수 있을 거예요.” (교사 C)

“의견을 냈을 때 누가 누가 이렇게 이야기 했는데 생각해 보자고 칠판이나 프레젠테이션에 키워드 중심으로 적는 것은 중요해요. 이렇게 하지 않으면 질문과 이해가 다르기 때문에 필요합니다.” (교사 B)

요컨대, 우선적으로 학생들과 효과적인 의사소통에 대한 방법이 무엇인지에 대한 교육 및 훈련이 이루어져야 할 필요성을 지니고 있음을 확인해 볼 수 있었다. 이를 통해 구체적인 목표를 ‘수업이 이루어지는 학교 현장에서 교사와 학습자의 효과적인 의사소통에 대한 지식 및 기술 획득’으로 설정하였다.

이상의 탐색 및 공감을 통해 확인된 내용에 대해 구체적인 사건이 발생하는 이유에 대한 원인 분석과 예상 대상자의 특성, 설계를 위한 내용 개요도 작성과 적합성 검토, 환경 및 객체에 대한 분석이 이루어진다. 설정된 교육 목표로 교사의 효과적인 의사소통이 이루어지지 않는 것에 대한 원인이 무엇인지를 보다 명료하게 나타내기 위해 원인 분석의 시각화한 방법인 ‘Fishbone Diagram’ 형태로 정리 및 제시하였다(설계 지침 1.3).



[그림 IV-36] 교사와 학생의 의사소통에 대한 원인 분석

교사와 학생의 효과적인 의사소통이 이루어지지 못하는 것에 대한 원인은 크게 이에 대한 지식과 기술의 부족, 학생의 수준과 성향이 개인마다 상이한 점, 환경적인 측면에서 자유롭게 의사소통할 수 있는 분위기를 저해하고 있는 점, 그리고 교사 개인이 지니는 인식으로 나타났다. 이에 대해 다양한 해결책이 제시될 수 있지만 관련 지식과 기술이 부족한 근원에 대해 적절한 표준적인 반응 방법에 대해 제대로 알고 있지 못하며 훈련 및 연습의 기회가 부족한 점은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이

선 콘텐츠의 개발을 통해 해결될 수 있다. 특히, 내용을 구성함에 있어 학생들의 반응을 예측하기 어렵고 발생 가능한 여러 상황이 존재한다는 점에서 현실에서 발생하는 사건 확인을 통해 대표적인 경우를 설정하여 각각에 대처할 수 있도록 접근할 필요성을 확인해 볼 수 있었다.

다음으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠가 개발될 경우 이에 대한 교육 및 훈련이 필요한 예상 대상자에 대한 특성 분석이 이루어졌다(설계 지침 1.4). 이를 위해 3년 이하의 초임교사 총 3인 대상의 면담이 이루어졌다. 이를 위해 약 1시간 내의 면담이 진행되었으며 ‘대상자가 인식하는 어려움’, ‘교사와 학생의 의사소통에 대한 선수 지식의 보유 수준’, ‘교육 목적에 대한 필요 수준과 현재 수준의 정도’ 등에 대해 확인하였다. 경력 교사의 의견과 동일하게 초임교사 역시 학생들의 의사소통에 많은 어려움을 지닌다는 것을 확인할 수 있었으며 교육 및 훈련을 통해 관련 지식 혹은 기술 향상이 이루어져야 할 필요성과 중요성을 인식하고 있었다.

“아이들이 전혀 다른 얘기를 하는 경우가 있어요. 그리고 수업 중 활동을 안내해주었는데 학생이 이해하지 못해서 활동을 하지 못하는 경우도 있었구요...교사로서 학생의 의견을 끝까지 경청하고 반응을 해 주는 것은 중요해요. 학생들이 말한 것에 살을 붙이는 방식으로 중간 중간 개입해서 제공하는 훈련이 필요해요” (초임교사 A)

“수업을 재미없어 하여 심드렁한 반응을 보이거나 진짜 알지 못하는 것 같지만 안다고 학생이 대답하는 것, 학생이 교사의 질문 의도를 파악하지 못하고 전혀 다른 얘기를 하는 것도 많이 경험해요. 그리고 학생이 그냥 ‘네’라고 대답하고 이후에 아무런 반응을 안하는 경우도 있어요...저는 재진술을 말로만 하는 편이라 끝으로 갈수록 학생들이 지루해하는 것 같아요. 그리고 그런 경우도 있었는데...수업 종료까지 시간이 촉박하여 마음이 급해져서 이때 학생이 관련 없는 얘기를 할 때, 이를 제지하거나 신중하지 못한 단어 선택..잘못된 대처를 해서 학생이 상처를 받은 적이 있었어요..의사소통은 어려

운 접근 중 하나예요. 학생들을 대상으로 할 경우 좋은 사례를 통해 상황을 익혀서 볼 수 있는 기회가 될 수 있기 때문에 도움이 많이 될 수 있을 것이라고 생각해요.” (초임교사 B)

초임교사의 의견을 고려하여 볼 때, 의사소통 기술 향상에 대한 초임교사의 내적 동기 수준이 높은 것으로 볼 수 있다. 선수 지식의 정도는 초임 교사가 경력이 다소 낮더라도 이론적인 지식뿐만 아니라 실제적인 경험을 지니며 대학의 전공과목, 심화과목 등에서 효과적인 의사소통 기술과 관련된 내용에 대한 사전 학습이 이루어지므로 선수 지식의 수준은 다소 높다고 볼 수 있다. 교육 및 훈련의 필요 수준과 현재 수준에 대해서는 이에 대한 노력을 일부 수행하고 있지만 여전히 미흡하다고 인식하고 있었다. 하지만 학교 현장에서는 별도의 교육이나 훈련이 존재하지 않는다는 점 등으로 이에 대한 필요성을 지니고 있음을 확인하였다. 또한, 논의 과정을 통하여 콘텐츠의 목적을 고려하여 볼 때, 초임교사뿐만 아니라 예비교사도 향후 교사로서 역할을 수행하므로 대상자에 포함하는 것이 적절하다고 판단하였다. 대상자의 주요 특성을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-40> 대상자 특성 분석

항목	내용
대상자 범위	예비교사~초임교사
대상자 주요 특성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수업을 운영하기에 앞서 어떻게 하면 효과적인 수업이 이루어질 수 있을지에 대해 고민을 함 ▪ 수업 운영에 대한 내적 동기 수준이 높은 수준임 ▪ 하지만 실제 현장에서 문제 상황에 직면했을 때 당황한 경우가 다소 있음
대상자가 인식하는 어려움	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수업 전반에 있어 다양한 어려움이 존재하지만 수업 운영 측면에서 공통의 어려움을 지님. 특히, 학생들과 어떻게 효과적으로 의사소통할 것인지에 대해 많은 걱정을 하고 있음
직면하는 어려움에 대한 선수 지식의 수준	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 다소 높음(관련 지식 및 기술에 대한 학습뿐만 아니라 실제 경험이나 실습 기회가 있음)

항목	내용
교육 목적에 대한 필요 수준	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대학의 관련 교과목 등을 통해 사전 지식을 지니고 있으나 이에 대한 실제적인 적용의 경험이 낮은 수준이므로 실제 수행의 정도는 다소 낮은 정도임 ▪ 반면, 이에 대한 교육과 훈련에 대한 현재의 필요 수준은 높은 것으로 확인되어 수행 수준과 교육 혹은 훈련의 필요 수준 차이가 큼

이상의 내용을 기반으로 사용자가 학습해야 할 목표, 지식의 속성, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 및 개발이 이루어져야 할 이유, 구현 방향 등 설계를 위한 요소를 종합화하고 이를 명시하기 위해 개요도를 작성하였다(설계 지침 1.5). 이를 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-41> 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 개요도

구분	질문	내용
목표 및 대상	무엇을 시뮬레이션 할 것인가? 사용 대상은 누구인가?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수업이 이루어지는 학교 현장에서 실제 교사가 직면하는 대표적인 어려움 중 하나로 고려되는 학습자와 효과적인 의사소통에 대해 예비교사 혹은 초임교사들이 관련 지식 및 기술을 획득하도록 함
설계 및 개발의 근거	왜 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 개발되어야 하는가?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제 현장에서 잘못 대응하는 경우 학습자의 인지적인 수준을 고려하여 불 때 부정적인 영향을 야기할 수 있음. 사전에 교육 및 훈련을 통해 적절하게 대응해야 하는 행동 등을 훈련할 필요가 있으며 가상현실을 통해 보다 구체적인 상황을 경험해 볼 필요가 있음
구현 방향	어떻게 설계 및 개발할 것인가?	<div>지식의 유형</div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 특정 상황에서 발생하는 지식 혹은 기술(태도)로 상황적 특성이 다소 높음
		<div>목표 달성의 복잡성 수준</div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 변인의 수가 다양하게 발생 가능함 ▪ 통제하기 어려운 상황이 발생할 수 있음

구분	질문	내용
	중점적으로 고려해야 하는 요소	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대표적으로 초보자가 발생하는 과오 혹은 오류 등의 분석, 전문가가 수행하는 행동 등의 분석을 토대로 이를 단순화해야 함 ▪ 실제성을 지닌 시나리오 개발을 통해 훈련이 이루어질 필요가 있음
	사실성수준	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실제 교실의 모습, 학생들의 표정 혹은 제스처 등의 주요 특징적인 측면에서 현실적인 요소를 지닐 필요가 있음
	감각적 요소 활용 범위	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시각 ▪ 청각(음성 언어) ▪ 신체 움직임

도출된 내용이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계에 적합한지를 확인하기 위해 설문을 활용하여 적합성 검토가 이루어졌다(설계 지침 1.6). 적합성 검토에 참여한 전문가는 총 3인으로 특성은 아래와 같다.

<표 IV-42> 적합성 검토에 참여한 전문가 특성

구분	소속 및 직위	최종학력	경력	주요 관심 분야
전문가 J	서울 D 초등학교 교사	박사	15년	교수설계, 융합교육, 교사교육
전문가 K	J 대학교 교육대학 초등교육 연구소 연구원	박사	15년	교사교육, 융합인재교육, SW교육
전문가 L	서울 G 초등학교 교사	박사	11년	모바일 러닝, 테크놀로지 통합, 교사교육

적합성 검토는 가상현실과 시뮬레이션의 특성을 고려하여 크게 목표의 적절성, 상황의 적절성, 내용의 적절성, 대상의 적절성, 설계 및 개발

의 적절성 총 다섯 가지 영역에서 4점 척도로 구성된 설문을 통해 이루어졌으며 적합성 검토 결과를 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-43> 적합성 검토 결과





영역	평가문항	평균	표준편차
목표의 적절성	목표가 지식이 적용되는 실제 상황이나 유사한 상황에서의 의사결정과 문제 해결 능력 향상을 위한 것인지?	3.33	0.47
상황의 적절성	상황 발생의 중요도 제시된 사건이 실제로 빈번하게 발생하거나 중요성을 지니고 있는지?	3.67	0.47
	상황의 전형성 제시된 사건이 현장에서 발생하는 전형적(prototypical) 상황으로 고려 가능한지?	3.33	0.47
내용의 적절성	둘 이상의 문제해결이나 의사결정 단계가 필요한 경우인지?	3.33	0.47
대상의 적절성	제시된 목표와 내용이 대상자의 특성을 고려하였을 때 적절하다고 생각하는지?	3.67	0.47
설계 및 개발의 적절성	제시된 목표와 내용이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 개발된다면 도움이 될 것이라고 생각하는지?	3.33	0.47

적합성 검토 결과 목표가 교육용 시뮬레이션과 적절한지에 대한 목표의 적절성($M=3.33$, $SD=.47$), 실제 상황이 빈번하게 발생하거나 중요성을 지니는지에 대한 상황 발생의 중요도($M=3.67$, $SD=.47$), 실제 사건이 발생함과 동시에 특수한 상황이 아닌 전형성을 지니는지에 대한 상황의 전형성($M=3.33$, $SD=.47$), 내용이 시뮬레이션의 특성을 고려하여 둘 이상의 문제해결 혹은 의사결정 단계가 필요한지에 대한 내용의 적절성($M=3.33$, $SD=.47$), 목표 및 내용이 제시된 대상자와 적절한지를 확인하는 대상의 적절성($M=3.67$, $SD=.47$), 전체 개요도가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 및 개발에 적절한지에 대한 설계 및 개발의 적절성($M=3.33$, $SD=.47$)으로 목표, 상황, 내용, 대상, 설계 및 개발 영역 모두에서 적절하다고 볼 수 있다.

설계 개요도에 대한 적합성 검토 과정을 거친 후 현실적인 환경과 객체가 어떠한 특성을 지니는지 분석하고자 설계자들은 실제 현장을 방문

하여 주요 장면에 대한 사진 촬영, 실제 환경의 특성이 무엇이며 어떠한 객체 요소가 존재한지를 확인하는 과정이 이루어졌다(설계 지침 4.1, 4.2). 특히, 개념적 설계자로서 역할을 수행하는 설계자는 현실적인 환경과 특성에 대한 분석 내용을 기반으로 이에 대한 개념적 표상으로서 2차원적 스케치(sketch) 활동을 수행하였다(설계 지침 4.3). 현실 환경 공간 및 객체 분석 내용을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-44> 현실 환경 및 객체 분석 결과

항목	내용
환경 혹은 공간 특성	<ul style="list-style-type: none"> 교사가 앞에 위치할 경우 강의실 전체를 한 눈에 확인할 수 있는 시야를 지님 교사가 효율적으로 이동할 수 있는 공간을 지님(앞의 교탁 및 책상 간 간격 등) 교실에서 편안함을 느낄 수 있도록 색이 통일성을 지니고 있음 교실 천장의 전등 및 창문의 밝기 등으로 다소 밝은 명도와 채도를 지님 전체적으로 밝고 부드러운 느낌과 인상을 줌
핵심적으로 고려해야 하는 교실 환경(분위기) 및 객체 요소	<ul style="list-style-type: none"> 교탁, 칠판 혹은 보드, 분필 혹은 마카, 책상 및 걸상, 창문, 학급게시판, 교과서(책) 전체적으로 밝고 부드러운 느낌의 색과 채도 등
환경 실제 주요 장면	<div> <div>서울 소재 'C' 초등학교</div> <div>   </div> </div>
	<div> <div>경기 소재 'G' 초등학교</div> <div>   </div> </div>

항목	내용
----	----

개념적 표상(sketch)



현실에서 가장 강조되는 교실 특성으로는 해당 공간이 다소 통일성을 지닌 색채, 편안한 느낌을 주는 나무(wood) 계열의 색을 활용한다는 것이었다. 또한, 창문으로 들어오는 채광과 천장의 조명으로 인해 교실이 다소 밝은 분위기를 지녔다. 객체의 주요 특성으로는 분필 혹은 마커가 칠판 혹은 보드뿐만 아니라 교탁 위에 위치하고 있으며 교사용 교과서 또한 존재한다는 것을 확인해 볼 수 있었다. 이와 함께 교탁에서 학생을 바라볼 때, 교사가 움직일 수 있는 공간이 확보되어 이동성을 지닌다는 점이었다. 개념적 설계자의 의해 표상된 2차원적 스케치는 향후 가상현실 개발 소프트웨어 및 프로그램 활용을 통해 3차원으로 구현된다.

분석을 통해 확인된 내용을 기반으로 크게 거시적인 구조에 대한 설계, 시뮬레이션 활동이 이루어지는 스토리보드 설계, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 시뮬레이션 활동에 도움 및 지원을 주는 기능 설계가 포함된다. 먼저, 거시적인 측면에서 전체 구조에 대한 설계 결과를 정리하여 제시하면 다음과 같다.

교사와 학생의 효과적 의사소통에는 상당히 많은 상황과 사건이 발생할 수 있다. 그 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 설계 및 개발하고자 하는 핵심 사건에 대한 선정과 이의 상황을 발생하게 하는 요소, 행동 등이 무엇인지를 확인하기 위해 경력교사 3인, 초임교사 3인 총 6인을 대상으로 면담을 실시하였다(설계 지침 3.1, 3.2). 주로 활용한 질문으로는 ‘수업 중에 학생들과 의사소통 과정에서 어떠한 문제 사건이 발생하였는가?’, ‘어떠한 요소로 인하여 의사소통이 제대로 이루어지지 않았는가?’ 이다.

결과적으로 수업 상황에서 발생하는 다양한 의사소통 상황에서 문제를 발생하는 핵심적 요소는 ‘교사의 태도’와 ‘학생의 반응’임을 확인해 볼 수 있었다. 즉, 교사가 어떠한 대처 행동을 나타내는지에 따라 의사소통이 효과적으로 이루어질 수 있는 것이다. 문제 상황을 유발하는 요소는 크게 세 가지로 ‘교사의 질문에 학생이 반응이 없는 경우’, ‘학생이 수업 차시와 다른 내용의 질문을 하는 경우’, ‘적절한 질문을 하였지만 교사가 잘못 대처하는 경우’로 나타났다. 특히, 학생이 적절한 질문이나 반응을 나타냈지만 교사가 이에 대해 잘못 반응하는 경우에 대해서는 경청하는 방법과 학생의 의견에 대해 요약하는 측면에서 문제가 나타나고 있음을 확인하였다. 이상의 유발사건에 따른 시나리오 내용을 설계하여 제시하면 다음과 같다(설계 지침 3.3).

<표 IV-45> 시나리오 내용 설계

항목	내용
시뮬레이션 콘텐츠 목적	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실제 수업에서 초임교사(예비교사 포함)가 직면하는 상황으로 학생들과 효과적으로 의사소통을 하기 위해 요구되는 관련 지식 및 기술을 훈련하도록 함 ✓ 어떻게 하면 학생들과 효과적으로 의사소통할 수 있을까?
사건 유발 요소 (trigger event)	1) 교사의 질문에 대해 어떠한 반응도 하지 않는 경우 2) 학생이 차시 내용과 다른 질문이나 반응을 하는 경우 3) 교사의 질문에 학생이 반응하였음에도 교사가 효과적으로 대처하지 못하는 경우
시놉시스 (사건 및 상황적 시나리오)	<p>‘김초임’ 선생님(29세)은 2018년 초등교사 임용시험에 합격하여 2019년 3월부터 서울시에 위치한 행복초등학교에 근무를 시작하였다. 김초임은 교사로서 학생들과 행복한 시간을 보내고 좋은 아이들이 될 수 있게 다양한 측면에서 준비를 하고 있다. 하지만 현실은 크게 달랐다. 3학년을 담당하는 김초임 선생님은 학습자 중심의 수업을 하겠다고 다짐하지만, 학기 초에는 발표를 끝낼 하던 학생들도 학기가 시작하고 몇 주가 지나자 교사의 발문에는 학생들이 대답을 하지 않는 경우가 많아졌다. 교수자는 교수학습 자료를 많이 준비하며 이를 극복하려고 해보았지만, 학생들은 수업에 관심이 없으며 수업에 주체적으로 참여하지 않고 있다. 따라서 한 차시 동안 교수자의 발화 비율이 점점 높아져 강의식 수업으로만 수업을 진행하고 있다. 교사는 학</p>

항목		내용	
		<p>생들이 수업에 잘 참여할 수 있도록 여러 상호작용을 시도하지만 간혹 나오는 발문이나 질문에 적절한 대처를 하지 못하고 있다. 어떻게 하면 좋은 수업이 될 수 있을까를 고민한 끝에 김초임 선생님은 자신의 문제점이 학생들과 의사소통을 제대로 하지 못하고 있기 때문이라는 점을 알 수 있었다. 하지만 학생들이 나타내는 행동과 태도에 어떻게 하면 효과적으로 의사소통해야 하는지에 대해 대처 지식이나 기술을 알지 못하여 손발에 땀이 날 정도로 많은 긴장과 심각한 걱정을 하면서 수학의 덧셈 수업을 실행하게 되었다.</p>	
		행위자(주체) 특성 및 역할	
시물레이션 주 역할	프로필	<ul style="list-style-type: none"> ■ 김초임 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 초임교사 ✓ 재직기간 1년 ✓ 수업에서 학생들과 상호작용하는 것에 대해 어려움을 지님 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 제시된 상황에서 효과적으로 대처하기 위해 어떠한 반응을 해야 하는지를 나타냄
		반응자(객체) 특성 및 역할 (1)	
시물레이션 주 역할	프로필	<ul style="list-style-type: none"> ■ 이묵언 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 3학년 1반 반장 ✓ 수업 외의 학교 생활에는 학생들과 잘 어울리며 이야기를 많이 함 ✓ 하지만 수업만 시작하면 교사에게 어떠한 반응을 하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교사가 어떠한 질문을 해도 반응을 하지 않음 ■ 질문을 하면 오히려 당황하여 다른 학생을 쳐다봄
		반응자(객체) 특성 및 역할 (2)	
시물레이션 주 역할	프로필	<ul style="list-style-type: none"> ■ 권수다 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 3학년 1반 학생 ✓ 수업에서 많은 말을 하는 학생 ✓ 수업과 관련된 이야기도 하지만 그렇지 않은 엉뚱한 말을 하는 경우도 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교사의 질문을 이해하였으나 호기심이 많아 수업 내용과 관련 없는 질문을 하거나 예상치 못한 답변을 함

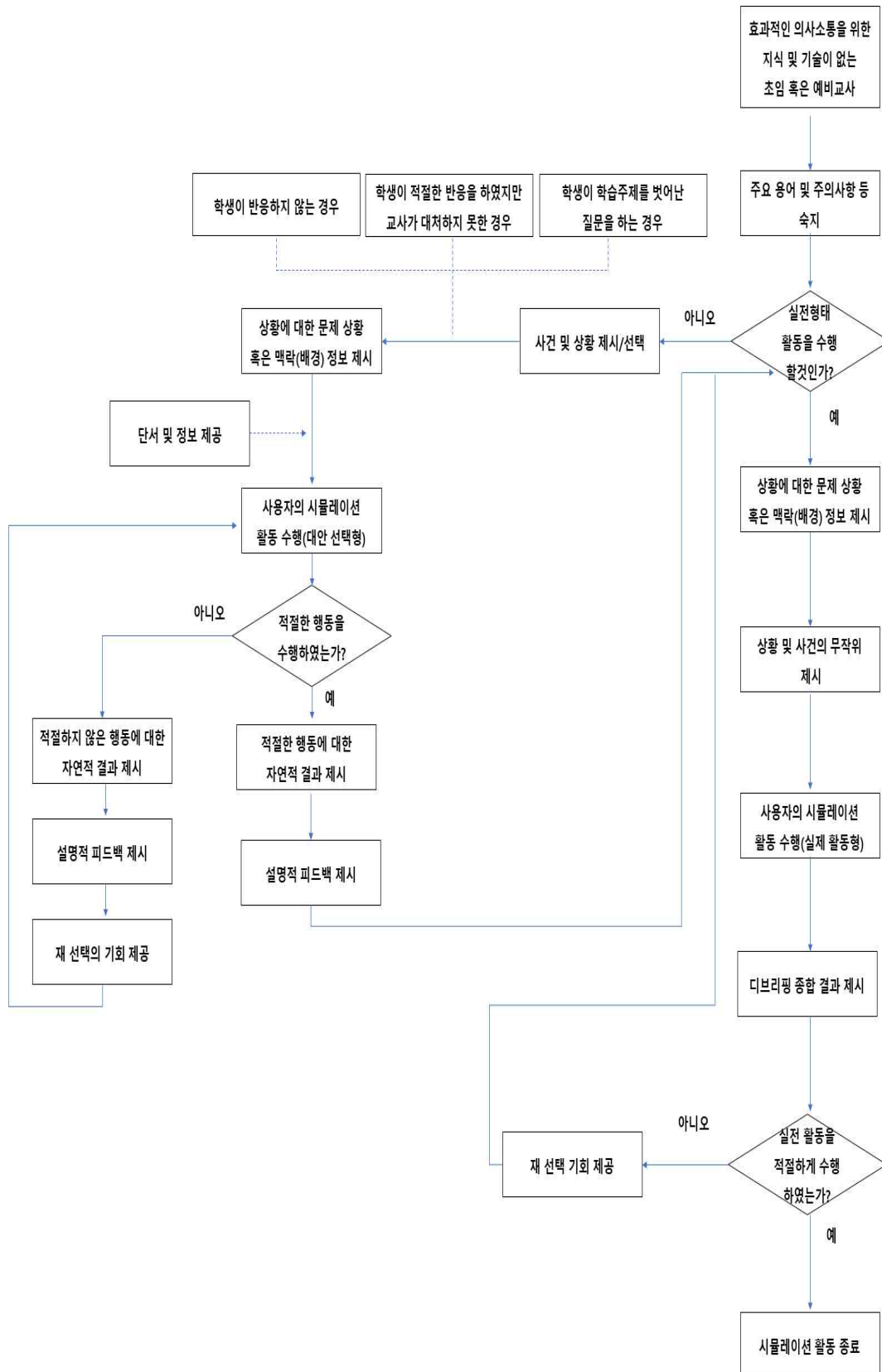
항목	내용	
프로필	반응자(객체) 특성 및 역할 (3)	
	<ul style="list-style-type: none"> 이활발 ✓ 3학년 1반 학생 ✓ 수업에 적극적으로 참여하는 성격 ✓ 열심히 공부하지만 다소 공격적인 성향을 지님 	<ul style="list-style-type: none"> 교사의 질문에 성실하게 답변을 함 오히려 교사가 잘못된 반응을 하는 경우 이에 대해 불만을 가지고 있는 자세나 표정을 지음
프로필	반응자(객체) 특성 및 역할 (4)	
	<ul style="list-style-type: none"> 박내성 ✓ 3학년 1반 학생 ✓ 소극적인 성격을 지녀 모든 사람에게 내성적으로 행동함 	<ul style="list-style-type: none"> 교사나 옆 동료 학생과 의사소통할 때 소극적인 자세나 태도를 나타냄

시나리오 내용을 고려하여 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠 운영 혹은 진행 방식의 전체 구조도를 개발하였다(설계 지침 3.4). 프로토타입의 활동 순서도에 대한 설명은 아래와 같다.

효과적인 의사소통을 위한 지식 및 기술이 부족한 초임 혹은 예비교사는 실제 현장에서 활용하는 주요 용어와 본 콘텐츠를 활용함에 있어 주의사항을 숙지한다. 이 후 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 단계별 연습을 수행할 것인지 혹은 실전 형태의 훈련을 수행할 것인지에 대해 선택한다. 각 선택에 따른 맥락적 정보가 교육용 시뮬레이션에서의 활동 전에 제시된다. 단계별 연습의 형태는 각 사건마다 단서나 힌트 등의 구체적 안내와 부가적인 정보가 제공되는 형태로 주어진 대안 중 적절한 행동이 무엇인지를 선택한 후 선택지에 따라 이를 행동을 수행하는 형태이다. 사용자가 제시된 선택지 중 어떠한 선택을 하느냐에 따라 가상현실 내 교육용 시뮬레이션에서의 학생들 제스처 변화가 나타나며 이후 설명적 피드백이 제공되어 즉각적으로 자신의 선택에 따른 결과를 확인할 수 있다. 만약 잘못된 대안 선택이 이루어지는 경우 사용자에게 재선택의 기회를 부여하여 올바른 답안을 도출할 수 있도록 한다. 적절한 대안을 선택하는 경우에도 이에 대한 피드백을 제공한 후 다음 사건에

대한 단계별 연습을 할 것인지 혹은 실전 형태의 훈련을 할 것인지에 대한 선택권을 다시 제공한다.

실전형 훈련 형태는 각 사건이 무작위로 선정되어 제시되며 각 사건이 어떠한 상황인지에 대한 구체적인 정보에 대한 안내가 나타나지 않으며 단서나 힌트 또한 제공되지 않는다. 사용자의 시뮬레이션 활동은 대안 선택 형태가 아닌 신체 활동을 인식하는 움직임 센서를 활용한 실제적 활동이 이루어진다. 실전 훈련 운영 모드에서의 평가는 총괄적인 형태로 디브리핑 결과와 피드백이 이루어진다. 이후 디브리핑 결과에 따라 재선택의 기회를 제공하거나 시뮬레이션 활동이 종료된다. 이상의 내용을 도식화하여 구조도를 제시하면 다음과 같다.



[그림 IV-37] 프로토타입의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션
활동 순서도

시나리오 내용 중 보다 세부적인 측면에서 교사가 어떠한 행동을 하는 것이 적절한지 혹은 적절하지 않은지, 각각의 행동에 대해 나타나는 결과가 무엇인지, 적절하지 않은 행동을 하였을 때 제공되는 피드백 내용이 무엇인지에 대한 내용 설계가 이루어졌다(설계 지침 2.2, 2.3).

특히, 경력교사의 경우 해당 사건에 대해 적절한 행동이 무엇인지를 확인하였으며 초임교사의 경우 적절하지 않은 행동이 무엇인지에 대한 의견을 듣고자 하였다(설계 지침 2.1). ‘각 문제 상황에 대해 어떠한 행동을 나타냈는가?’, ‘가장 적절한 행동이나 대처 방안은 무엇이라고 생각하는가?’, ‘각 문제 상황에 대해 자신이 나타낸 행동 중 잘못된 부분은 무엇인가?’ 등의 질문을 활용하여 전문가로서의 사고와 행동에 대한 모델링이 이루어질 수 있도록 하였다. 현장 구성원으로서 교사에 대한 면담이 이루어진 후 내용을 종합하였다.

이 후 아래 평가 문항을 활용하여 세부 사건의 전형성, 행동의 전형성, 피드백의 적절성 측면에서 총 3인의 내용 전문가의 검토를 통해 수정 및 보완이 이루어졌다. 내용 전문가의 검토는 이상의 적합성 검토에 참여한 전문가 3인과 동일하다.

<표 IV-46> 각 사건에 대한 행동과 반응 및 피드백 평가 문항

영역	평가문항
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동, 각 행동에 따른 결과가 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?

이상의 평가 문항을 활용하여 확인된 수정 의견을 토대로 1차 수정이 이루어진 후 초등 교사 1인에 의해 도출된 내용을 실제 현장에서 적용한 현장 검토가 이루어졌다. 이를 통해 학생들이 실제로 반응을 하는지를 확인한 후 수정 및 보완하였다. 최종적으로 도출된 시나리오의 세부 사건별 행동과 반응 내용을 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-47> 시나리오 중 각 사건별 행동과 반응 및 피드백 설계

사건		적절하지 않은 경우		설명적 피드백 (explanatory feedback)	적절한 경우	
		적절하지 않은 행동	행동에 따른 결과		적절한 행동	행동에 따른 결과
1	제시된 질문이나 의견이 현재 내용과 관련 없는 경우	지금 하고 있는 말은 이 주제와 관련이 없는 것 같아요. 넘어가 볼까요?	(소극적인 학생 의 경우) 학생이 머쓱한 표정을 지으며 교과서를 내려다 보며 ‘아 닌데...여기 맞는 데...’라고 생각한 다. 옆 학생도 의 아하다는 듯 교 사를 바라본다. (적극적인 학생 의 경우) 불만있 는 표정을 지으 며 ‘왜요? 그럼 언제 질문해요?’ 라고 반문한다.	의견이 현재의 주제와 관련이 없 는 경우에는 바로 넘어가는 것은 좋지 않아요. 바로 넘어가게 되면 ‘내가 잘못된 건가?’ 와 같이 부정 적인 생각을 학습자에게 심어줄 수 있어요. 이 경우, 학생이 제시 한 질문이 현재의 학습 내용에 해 당되는지를 확인한 후 학습자에게 다시 질문을 하여 현재 내용과의 관련성을 확인하는 것이 좋습니 다.	좋은 의견이 될 수 있어요. 방금 그 의견은 00와 어떠 한 관련성을 지니 고 있다고 다시 한 번 생각해보고 말 해 볼까요?	답변을 한 학생 이 고개를 끄덕 이면서 다시 한 번 생각하는 표 정을 짓는다

사건		적절하지 않은 경우		설명적 피드백 (explanatory feedback)	적절한 경우	
		적절하지 않은 행동	행동에 따른 결과		적절한 행동	행동에 따른 결과
2	질문에 대한 의견이 제시되지 않아 진행이 정체된 경우	아무런 의견이 없는 것 같은데 다음 주제로 넘 어가도록 합시다	학생들이 고개를 숙여 계속 책만 바라보면서 다른 생각을 한다. 혹 은 간간히 옆 동 료와 수업과 관 련없는 이야기를 하며 떠든다	아무런 의견이 제시되지 않는 경 우, 학생은 교사의 질문에 대한 답 을 찾기 어려워할 수 있어요. 이때 는 충분히 학습자가 문제를 이해 할 수 있도록 잠시 기다리면서 재 확인하는 질문을 하면 좋아요. 학 생이 그래도 의견이나 질문을 제 시하지 않을 경우 교사가 몇 개의 선지를 들어 이런 의견이 있을 수 있음을 학습자에게 알려줄 수 있 어요. 혹은 학습자가 쉽게 이해할 수 있도록 학습자의 실생활과 연 관될 수 있도록 문제를 바꾸어 그 럼 여러분이 이런 상황일 경우 어 떻게 해결할 수 있을까요? 와 같 이 발문한다면 효과적인 의사소통 이 이루어질 수 있어요.	①지금까지 00에 대해 알아보았는 데요. 이 문제가 나타났을 때 또 어 떠한 것을 할 수 있을까요? 라고 재 질문한다. ②주어진 상황에서 는 몇 가지를 생각 해 볼 수 있는데 그 부분에 대해서 같 이 이야기해볼까 요? 라고 말한다. ③우리가 볼 수 있 는 00와도 관련성을 지니는데 여러분은 이 상황에서 어떻게 할수있을까요? 연 관 질문을 한다.	학습한 내용에 대해 다시 한번 생각하는 표정을 한 후 의견을 말 한다

사건			적절하지 않은 경우		설명적 피드백 (explanatory feedback)	적절한 경우	
			적절하지 않은 행동	행동에 따른 결과		적절한 행동	행동에 따른 결과
3		학생이 질문이나 의견을 제시할 때 : 시선 처리	학생이 아닌 다른 곳(칠판, 다른 학생, 창문 등)을 쳐다본다	몇몇 학생들은 교사도 별로 관심이 없는 질문이라 여기며 만질을 한다. 질문한 학생은 머쓱한 표정을 짓는다.	학생들의 질문이나 의견이 제기되었을 때, 시선을 어떻게 처리하는지는 공감적 청취와 의사소통에 영향을 미칠 수 있어요. 학생을 뚫어지게 쳐다보거나 시선을 피하기 위해 다른 곳을 쳐다보는 것은 좋지 않아요.	화자를 향해 미소를 짓고 정면을 바라보며 다른 곳을 쳐다 보지 않는다	다른 학생들도 함께 생각하는 표정을 지으며 의견에 대해 생각한다.
4	제시된 질문이나 의견이 내용과 적절한 경우	학생이 질문이나 의견을 제시할 때 : 청취 자세(1)	팔장을 끼며 듣거나 손을 앞으로 모으거나 혹은 뒷짐을 진다	질문한 학생의 표정이 변화하거나 불쾌함을 나타내거나 자신의 질문이 이상한 것으로 생각하여 고개를 좌우로 움직인다. 학생은 교사의 표정이 긍정적이지 않다는 것을	이야기를 듣는 과정에서 상대방에게 경청하고 있음을 나타내는 제스처나 몸짓은 의사소통에 긍정적인 영향을 미칩니다. 팔짱을 끼거나 손을 앞 혹은 뒤로 모으는 것 보다는 가볍게 머리를 끄덕이는 등 경청하고 있음을 나타내는 게 좋습니다.	팔장을 끼지 않고 경직되지 않은 자연스러운 자세를 취한다	다른 학생들도 질문한 학생을 쳐다보면서 의견을 듣는다

사건			적절하지 않은 경우		설명적 피드백 (explanatory feedback)	적절한 경우	
			적절하지 않은 행동	행동에 따른 결과		적절한 행동	행동에 따른 결과
5		학생이 질문이나 의견을 제시할 때 : 청취 자세(2)	학생의 질문이나 의견에 대해 반 응 없이 끝까지 듣는다	파악하고 의견을 내면서 점점 주 눅이 들어 말끝 을 흐리며 의견, 질문 제시를 마 무리한다.	학생의 질문이나 의견이 제시되고 있는 상황에서 반응을 나타내지 않는 것은 좋지 않아요. 학습자가 의견이나 질문을 충분히 이어나갈 수 있도록 ‘그렇군요’ 와 같이 맞 장구를 치거나 고개를 끄덕이는 등 짧게 호응하는 모습을 나타내 는 것이 좋습니다.	화자의 질문에 아~ 하는 등의 응답을 하거나 고개를 끄 덕인다	질문한 학생의 시선이 선생님의 얼굴 정면을 향 하면서 자연스럽 게 이야기한다
				학생의 시선이 불안정하여 선생 님이 아닌 다른 곳을 쳐다보게 된다 교사가 계속 반 응이 없을 경우 질문이나 의견을 제시한 학생이 ‘아니예요.’ 하고 떨떠름한 표정으 로 질문/의견 제 시를 마무리한다.			

사건			적절하지 않은 경우		설명적 피드백 (explanatory feedback)	적절한 경우	
			적절하지 않은 행동	행동에 따른 결과		적절한 행동	행동에 따른 결과
6		학생이 좋은 의견을 제시할 때 : 칭찬하기	의견을 다 듣고 난 후 ‘좋은 의견입니다. 여러분도 이러한 의견을 제시할 수 있어요.’ 라고 칭찬한다	발표한 학생은 어떠한 부분이 좋은 의견인지 알지 못하여 머리를 긁적이며 머쓱한 표정을 짓는다. 나머지 학생들은 어리둥절한 표정을 짓는다.	칭찬을 하는 경우 포괄적으로 제시하는 것보다는 어떠한 부분에서 좋은 접근이었는지를 구체적으로 제시하는 것이 좋습니다.	의견을 다 듣고 난 후 ‘좋은 의견입니다. 특히, 의견 중에 00을 발견한 부분은 정말 좋은 접근 중에 하나입니다.’ 라고 칭찬한다	학생은 만족한 표정을 지으며 고개를 끄덕인다.
		학생의 말이나 의견이 짐작될 경우	어떠한 의견을 제시할지 짐작하여 잠시 학생의 의견을 멈추고 이야기한다	질문이나 의견을 제시한 학생의 표정이 일그러지면서 인상을 쓴다	갑자기 학생의 질문이나 말을 중단시키는 것은 좋지 않아요. 의견을 끝까지 듣지 않고 대충 짐작하여 정리하는 것은 좋지 않아요. 이 경우 잘못된 내용의 정리, 결론이 도출될 수 있어요. 말하는 사람이 말하고자 하는 내용을 끝까지 듣는 자세를 취해서 신중하게 청취하고 있음을 나타내세요.	질문을 중간에 중단시키지 않는다	학생은 끝까지 발표를 하고 교사의 대답을 기다린다.

사건			적절하지 않은 경우		설명적 피드백 (explanatory feedback)	적절한 경우	
			적절하지 않은 행동	행동에 따른 결과		적절한 행동	행동에 따른 결과
8		의견 청취 후 요약할 때	의견에 대해 머 릿속으로 정리하 여 다시 이야기 한다	정리한 내용 중 핵심이 무엇인지 파악하기 어려워 다시 한번 이야 기해 달라고 말 한다	의견의 핵심을 파악하는 것은 매 우 중요해요. 의견에 대해 간략하 게 칠판 혹은 보드에 정리하면 효 과적인 의사소통이 이루어질 수 있어요.	의견을 다 듣고 난 후 핵심적인 내용 을 칠판 혹은 보드 에 요약하여 작성 한다. 교사는 작성한 키 워드를 중심으로 다른 학생들도 이 해하기 쉽게 질문 을 구조화하여 해 당 학생에게 ‘~~을 이야기하고 싶은 것 같은데 맞나 요?’라고 재질문한 다.	질문한 학생이 ‘맞아요’라고 이 야기 한다. 다른 학생들은 칠판에 작성된 핵심 키 워드를 보며 주 의를 집중한다.

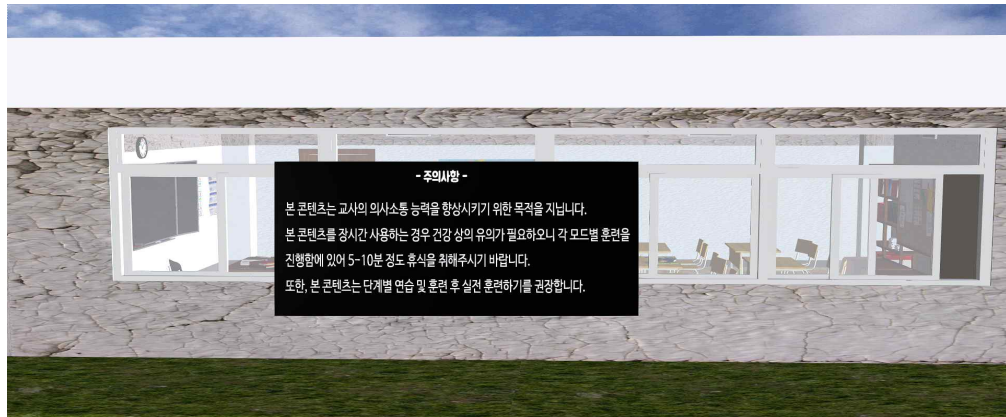
이상의 도출된 내용을 바탕으로 스토리보드 형태의 프로토타입이 개발되었다. 프로토타입은 활동 진행 순서에 따라 시작, 활동, 끝 단계에 따른 순차적인 설계 및 개발이 이루어졌다(설계 지침 3.5). 주요 장면에 대한 각각의 개별적인 스토리보드 설계는 환경 및 객체 설계, 사용자의 주요 활동에 대한 설계를 먼저 이루어진 후 활동 측면에서 사용자에게 도움을 제공할 수 있는 지원 요소 및 전략을 추가하는 순서로 진행되었다(설계 지침 3.6). 최종적으로 개발된 프로토타입의 주요 장면을 제시하면 다음과 같다(세부 내용은 [부록 4] 참고).

초기 화면에는 주요 용어 및 주의 사항, 단계별 훈련 및 연습과 이에 포함되는 세부 활동, 실전 훈련, 시뮬레이션 결과 다시 보기가 포함되어 있으며 이 중 사용자의 선택이 이루어질 수 있다.



[그림 IV-38] 프로토타입 주요 화면 : 초기 화면 (설계 지침 5.1)

주요 용어 및 주의 사항 안내를 클릭한 경우, 콘텐츠에 포함되는 핵심 용어 등의 설명과 함께 콘텐츠 활용 시 고려해야 할 주의 사항에 대한 메시지가 나타난다.



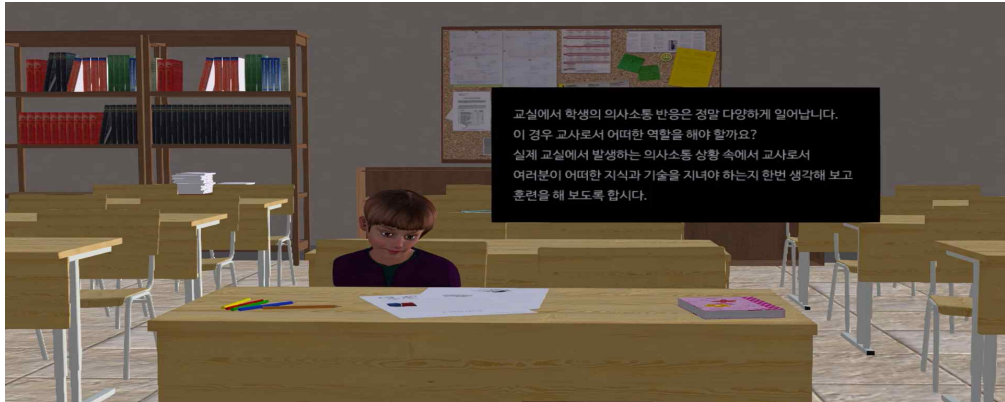
[그림 IV-39] 프로토타입 주요 화면 : 주의사항 안내 화면
(설계 지침 7.2)

단계별 훈련 및 연습하기에서 세부 활동을 선택이 이루어지면 아래와 같이 문제 상황 혹은 사건이 어떠한 배경에서 발생하였는지에 대한 맥락적 정보가 제시된다.



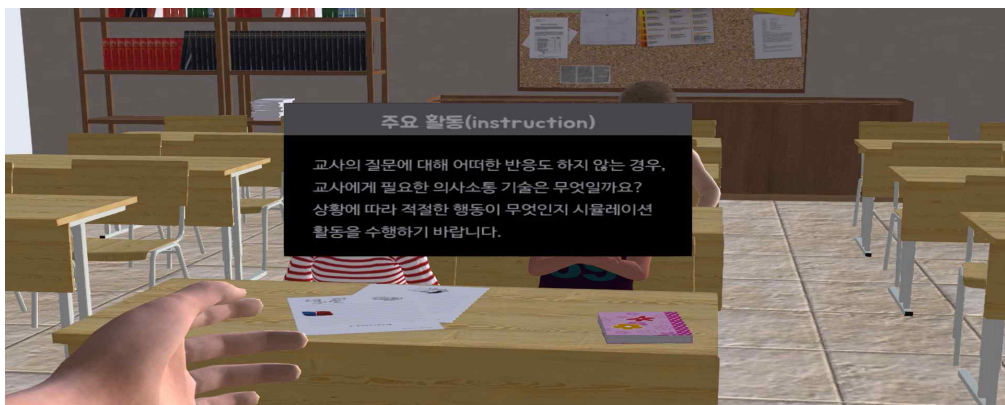
[그림 IV-40] 프로토타입 주요 화면 : 사건 발생의 배경 제시 화면
(설계 지침 7.1)

사용자의 능동적인 참여와 조작이 이루어지는 시뮬레이션 활동이 수행되기 전에 시뮬레이션 활동이 이루어지는 가상현실 콘텐츠가 어떠한 목적을 지니며 어떠한 역할을 수행해야 하는지를 생각해 볼 수 있는 질문을 제시하여 사고를 촉진하게 한다.



[그림 IV-41] 프로토타입 주요 화면 : 질문 제시 화면
(설계 지침 6.2)

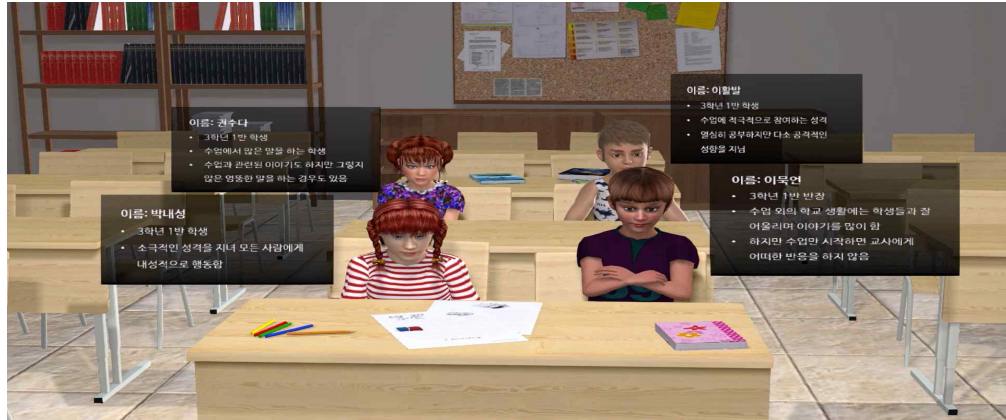
이와 함께 구체적으로 사용자가 어떠한 행동과 접근을 해야 하는지에 대한 주요 활동에 대한 안내를 제공하여 시뮬레이션 활동의 추진이 이루어진다. 특히, 가상현실 콘텐츠 전반에 있어 신체의 일부 중 가상의 손을 화면 하단에 제시하여 가상현실에서 사용자가 존재하고 있음을 인식할 수 있도록 한다.



[그림 IV-42] 프로토타입 주요 화면 : 주요 활동 안내 및 가상의 손 제시 화면(설계 지침 6.1, 8.1, 9.1)

사용자가 가상현실 기반의 시뮬레이션 활동을 수행함에 있어 학습자의 특성이 무엇인지를 제시하여 시뮬레이션 활동에 대한 정보를 제공한다. 특히, 콘텐츠 목적을 고려하여 학생들이 상이한 특성을 지니

고 있음을 고려하여 각각 어떠한 성격을 지니는지를 나타내어 구체적인 정보를 제공할 수 있다.



[그림 IV-43] 프로토타입 주요 화면 : 객체 정보 제공 화면
(설계 지침 7.3)

학생이 질문을 하기 위해 손을 드는 경우 사용자는 이를 인식해야 한다. 하지만 가상현실에서 주의집중을 하지 못하여 이를 인식하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 이 경우 시물레이션 활동의 주의집중을 유도하고 방향성을 잃어버리지 않게 하기 위해 화살표 기능 등을 활용하여 안내가 이루어진다.



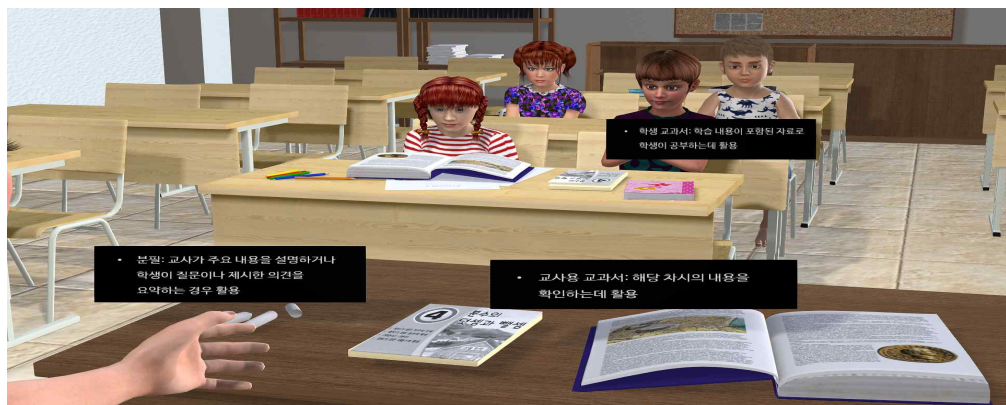
[그림 IV-44] 프로토타입 주요 화면 : 활동 방향성 제시 화면
(설계 지침 9.2)

가상의 학생이 질문한 것에 대해 교사로서 어떻게 적절하게 반응해야 하는지에 대해 선택한다. 그리고 선택한 대안에 따른 시뮬레이션 활동 수행이 이루어진다.



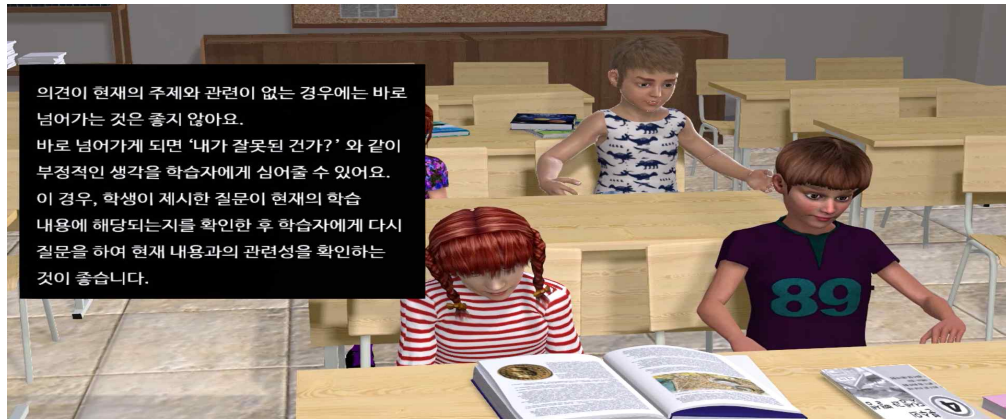
[그림 IV-45] 프로토타입 주요 화면 : 대안 선택의 기회 제공 및 활동 수행 안내 화면 (설계 지침 8.2, 8.3, 8.4)

만약 제시된 대안에서 선택이 어려운 경우 단서나 힌트를 확인 가능하다. 제시된 화면의 경우 현재 다루고 있는 주제가 덧셈이지만 가상의 학생이 뺄셈에 해당하는 질문을 하고 있는 상황이다. 이에 대해 사용자는 교사용 교과서에서 해당 차시의 내용을 확인할 수 있다.



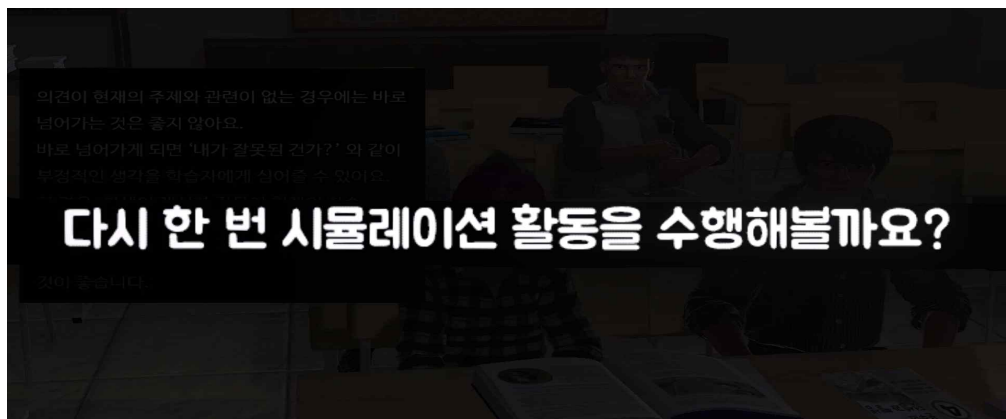
[그림 IV-46] 프로토타입 주요 화면 : 단서 및 힌트 제공 화면 (설계 지침 5.2, 7.3)

만약 사용자가 적절한 대안을 선택하지 않은 경우에는 이에 따른 가상의 학생들 반응이 나타난다. 예컨대, 다소 언짢은 표정이나 제스처를 제시하면서 ‘왜요? 그럼 언제 질문하나요?’와 같은 언어적 표현(말)이 음성으로 나타난다. 이상의 반응과 함께 설명적 피드백이 제공된다.



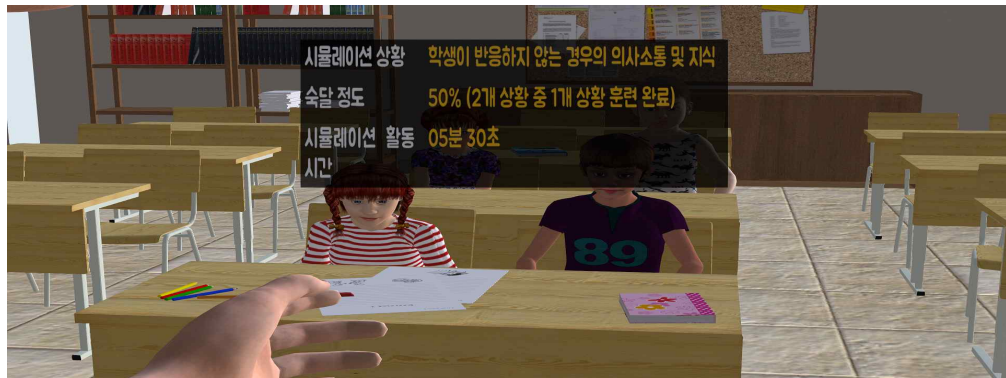
[그림 IV-47] 프로토타입 주요 화면 : 대안 선택에 따른 반응 및 피드백 제공 화면 (설계 지침 8.4, 10.1)

잘못된 대안 선택을 하게 되는 경우에는 재 선택의 기회를 제공하여 다시 한번 시뮬레이션 활동을 수행하도록 유도한다.



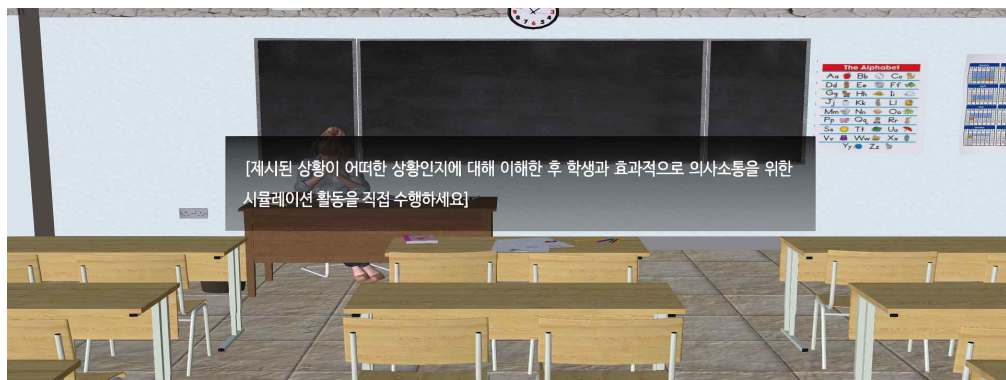
[그림 IV-48] 프로토타입 주요 화면 : 재 선택의 기회 제공 화면 (설계 지침 10.2)

이상의 시뮬레이션 활동을 수행하는 과정에서 사용자가 현재 시뮬레이션의 진행 상황이나 숙달 정도 등을 확인할 수 있다. 가상현실 속에서 왼쪽 손목을 두 번 두드리는 경우 아래와 같은 화면이 나타나 시뮬레이션 활동 상황을 안내하는 정보를 제공한다.



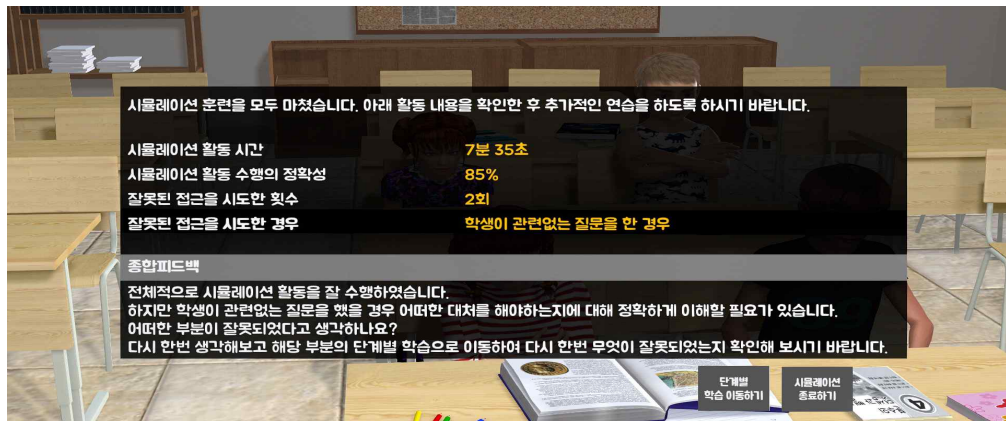
[그림 IV-49] 프로토타입 주요 화면 : 활동 진행 상황 안내 화면
(설계 지침 7.5)

단계별 훈련이 모두 종료된 후에는 실전형 훈련이 이루어진다. 실전형 훈련은 단계별 훈련과 상이하게 시뮬레이션 활동에 직접적으로 도움을 주는 단서나 힌트는 제공되지 않는다. 해당 상황에서 어떠한 역할과 활동을 수행해야 하는지에 대한 종합적인 접근이 이루어진다.



[그림 IV-50] 프로토타입 주요 화면 : 실전형 훈련 모드 화면
(설계 지침 5.3)

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 활동이 모두 종료된 후에는 시뮬레이션 활동에 대한 종합적 피드백과 디브리핑 내용이 제시된다. 특히, 잘못된 접근이 이루어진 경우에 대한 안내와 생각을 촉진할 수 있는 질문의 제공 등을 통해 전반적으로 잘못된 부분이 무엇인지에 대한 오개념을 발견할 수 있도록 한다.



[그림 IV-51] 프로토타입 주요 화면 : 디브리핑 및 종합 피드백
제공 화면
(설계 지침 10.3)

마. 프로토타입 개발에 대한 설계자 반응

내적 타당화 중 하나로 본 연구에서는 프로토타입 개발을 통해 설계 원리 및 모형에 대한 설계자의 반응을 확인하였다. 먼저, 본 연구자를 제외한 설계팀에 포함된 총 세명의 설계 및 개발자들이 4차 설계모형을 적용하여 프로토타입을 개발하면서 확인한 설계원리와 모형 측면에서의 강점, 약점, 개선점을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-48> 설계원리에 대한 설계자 반응

구분	주요 의견
설계원리	자료 수집 및 분석 단계를 포함한 설계의 종합적 고려를 통해 설계 및 개발의 필요성 확인
	지침별 주요 활동 제시를 통한 활동의 접근성 향상
	실제 사례 제시를 통한 스토리보드 설계 구체화의 용이성
	워크시트 활용을 통한 효과적 접근
	설계 지침의 적용 단계(활동 단계별) 제시를 통해 접근의 용이성 향상
	상황적인 요소 및 입체적 접근을 통한 사실성 향상과 기존 이러닝과의 차별화
	구성요소의 순서가 통일되지 않아 구성요소와 원리 관계의 이해 저하
	일부 주요 활동의 표현이 추상적임
	일부 주요 활동의 내용 수정
	내용 상 중복되는 불필요한 설계 지침 삭제
개선점	설계 지침의 사용자 시뮬레이션 활동 전, 중, 후에 대한 명확한 제시

설계원리 측면에서 확인된 강점으로는 크게 여섯 가지 사항이다. 먼저, 설계의 종합적인 고려가 이루어졌다는 점이다. 가상현실 기반 교육용

시뮬레이션의 경우 기존 이러닝에서의 기능적인 접근뿐만 아니라 상황과 사건 등을 포함하여 고려해야 할 요소들이 상당히 다양하다. 이 점은 실제 설계 활동을 수행함에 있어 기능적인 접근뿐만 아니라 가상현실과 교육용 시뮬레이션의 기저 모델을 구축할 수 있는 실제적인 자료 수집과 분석이 이루어져야 할 필요성을 나타낸다. 도출한 설계원리가 이 점을 반영하였기에 종합적인 접근이 이루어졌으며 설계 및 개발의 필요성을 확인해 볼 수 있던 것이다. 이에 대한 대표적인 의견은 아래와 같다.

“원리들이 설계 단계만을 고려하는게 아니라 여기서는 설계하기 이전 단계인 수집이나 분석...그런 단계들에 해당되는 부분까지 모두 포함되어 있어서 명확하게 이해가 되고 필요성을 확인할 수 있었어요...왜 설계를 해야 하는가를 생각할 수 있었어요.”

이와 함께 실제적인 활동이 이루어질 수 있도록 지침별 주요 활동을 제시한 점이 설계자가 무엇을 해야 하는지에 대한 이해를 향상시켰다는 점에서 강점으로 나타났다. 위와 같이 다양한 요소들을 설계 시 고려해야 하는 과정에서 설계자가 어떠한 역할을 수행해야 하는지에 대한 일종의 처방에 대한 내용으로써 원리와 설계 지침뿐만 아니라 주요 활동을 명시함으로써 보다 효과적인 접근이 가능한 것이다. 이에 대한 주요 의견은 아래와 같다.

“주요 활동이 제시되어 있잖아요. 그래서 추상적인게 아니라 뭘 해야 하는지를 쉽게 알 수 있었어요.”

위와 유사한 의견으로서 실제적 설계 및 개발이 이루어지는 과정에서 설계자가 스토리보드를 도출함에 있어 어떠한 지원 전략이나 요소 등을 고려해야 하는지에 대해 실제 사례가 함께 제공됨으로써 이를 보다 구체화하는데 용이성을 제공하였다는 점을 확인해 볼 수 있었다.

“활용을 해보면서 원리들이나 지침이 구체적이었어요. 자세하게 제시되어 있

어서 좋았어요. 특히, 기존 개발된 것 중에 적용되는게 이렇게 있다라는 화면을 제시하여 함께 제공해 주니까 콘텐츠의 스토리보드를 구체화하는데 도움을 받을 수 있었어요.”

또한, 본 설계원리를 적용함에 있어 내용에 대한 시각화를 통한 정리 등이 제시된 워크시트를 활용한 점이 설계자들의 활동을 보다 효과적으로 접근 가능하다는 의견을 제시하였다. 주요 의견은 아래와 같다.

“지침 중에 시각적으로 나타내는 부분이나 정리하는 부분이 있었는데...다이어그램이나 구조도를 포함해서...그런 부분이 활동을 하는데 효과적으로 접근하는데 도움이 된 것 같아요.”

실제적 설계 및 개발 측면에서는 사용자가 활동 전, 중, 후에 어떠한 시뮬레이션 활동을 수행하는지에 따라 적용할 수 있는 지침이 ‘활동 전’, ‘활동 중’, ‘활동 후’ 측면에서 구분되어 있어 스토리보드를 설계하는데 용이성을 제공하였다는 점을 강점으로 나타냈다.

“활동의 전, 중, 후가 구분되어 있어서 스토리보드 설계를 하는데 쉬웠고 도움이 많이 되었어요.”

마지막으로 기존 이러닝과의 차별화가 반영되었다는 점이다. 기존 이러닝 혹은 컴퓨터 기반의 교육용 시뮬레이션은 사실성이 다소 낮은 경우가 나타날 수 있다. 이는 적절한 상황이나 맥락을 효과적으로 반영하기 어려우며 사용자가 현실에서와 같이 입체적으로 접근하지 못한다. 반면, 도출한 설계원리들은 기존 이러닝이나 컴퓨터 기반의 2차원 적인 교육용 시뮬레이션의 한계를 극복할 수 있는 접근이 이루어짐에 따라 이에 대한 한계점을 극복할 수 있었다는 의견이 제시되었다. 이는 교육에서의 실재감, 사실성 측면에서 긍정적인 영향을 야기할 수 있다.

“사실 기존 이러닝은 평면이잖아요. 아무리 구현을 한다고 해도 평면이어서

사실적인 느낌이 많이 들진 않는데 여기서 제시된 맥락을 분석한다던가, 상황을 분석한다던가 하는 접근은 가상현실에서 현실성을 높이는데 도움이 된 것 같아요. 이러닝과 다른 부분이죠. 이러닝이 아무리 그러한 부분을 반영한다 해도 현실적으로 느껴지지 않는데 현실적인 느낌을 반영할 수 있는 상황...입체적으로 접근할 수 있다는 부분 이렇게 사실 중요하게 반영된 것 같아요.”

반면 강점과 달리 두 가지 측면에서의 약점을 확인해 볼 수 있었다. 첫째, 설계원리를 제시함에 있어 구성요소의 순서가 통일성을 지니지 못하여 설계 요소와 원리의 관계를 한 눈에 확인하기 어렵고 이해를 함에 있어 저해한다는 점이다. 대표적 의견은 아래와 같다.

“약점으로는 모형에서 어떤 원리를 참고해야 하는지 나타내고 있지만 현재 구성요소가 제시된 순서가 왔다갔다 해서 좀 어려웠어요.”

둘째, 일부 주요 활동의 표현이 다소 추상적으로 나타나 있어 불명확하다는 점이 약점으로 나타났다.

“예상되는 행동이나 반응을 분석할 때 제시된 주요 활동은 추상적인 것 같아요.”

약점을 고려한 개선점 측면에서는 주요 활동에 제시된 추상적인 표현을 보다 명확하게 나타내는 수정이 이루어져야 한다는 점을 확인하였다.

“행동이나 반응을 도출하는 것은 결과인 것 같아서...그 부분에 대해 수정을 하면 좋을 것 같아요.”

설계자들이 전체 원리와 설계 지침을 적용하면서 확인해 볼 수 있었던 또 다른 개선점으로는 내용 상 불필요한 설계 지침이 존재한다는 점이다. 특히, 설계 지침 3.1의 내용은 실제 프로토타입을 개발하는 과정에서 해당 지침의 전·후 활동을 통해 확인 가능한 요소로 삭제할 필요성을

확인해 볼 수 있었다.

“핵심적 요소의 확인은 실제 설계를 함에 있어 분석 단계와 이후 유발 사건의 확인을 통해 달성가능한 접근이므로 삭제하는게 좋을 것 같아요.”

마지막으로 설계 지침에 표시된 콘텐츠에서의 사용자 활동 전, 중, 후에 대한 표시를 보다 명확하게 나타내어 어떤 활동에 적용 가능한 것인지 한 눈에 확인할 수 있도록 수정할 필요가 있다는 점을 확인하였다.

“설계 지침 앞에 작성된 활동 전, 중, 후가 보다 명확하게 제시되어 쉽게 확인될 수 있도록 수정하면 좋을 것 같아요.”

다음으로 설계모형에 대한 강점과 약점, 그리고 개선점을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-49> 설계모형에 대한 설계자 반응

구분		주요 의견
설계 모형	강점	특성을 확인하는 일반 모형과 구체적 절차를 나타내는 상세 모형 제공을 통해 설계에 대한 이해도 향상
		상세화된 구체적 단계 제공을 통한 체계적이고 효과적인 접근
		초기 적합성 확인을 통한 효율적인 설계 진행
		설계 단계의 구조화(계층화)로 인한 접근의 용이성
	약점	설계자의 숙련도에 따른 불필요한 단계 존재
		활용 가능한 도구나 프로그램의 사전 고려 미흡
		역할별 활동 미 구분으로 인한 혼란 혹은 혼동
	개선점	설계자의 숙련도에 따른 상이한 단계 접근 필요
		단계의 세부 내용(초기 기술적 요소의 논의를 통한 협의) 추가
		역할별 어떠한 활동을 해야 하는지를 구분하여 효율적인 협력 활동 추구 필요

설계모형의 강점으로는 다음의 내용을 확인해 볼 수 있었다. 개발한 모형은 크게 모형의 주요 특성을 나타내는 일반적 설계모형과 구체적 단계를 포함하는 설계모형 두 가지로 제시하였다. 이에 대해 설계자들은 특성에 대한 확인을 한 후 실제로 어떠한 절차에 따라 개발되는지를 파악함으로써 설계모형 전반에 대해 이해하는데 도움이 되었다고 응답하였다. 이에 대한 주요 의견은 아래와 같다.

“모형을 처음봤을 때 굉장히 상세하다는 느낌을 받았어요. 그래서 아 이 모형을 이해하기 어렵구나 라는 느낌이 있었는데 일반적인 모형을 이해하고 나서 상세모형을 접근하니깐 우리가 지금 어느 단계를 하고 있는지, 그리고 다음 단계를 무엇을 해야하는지...이렇게 전체 단계를 그림을 그리기가 굉장히 수월했던 것 같아요. 모형의 특징을 생각하다가도 상세적인 접근을 할 때 구체화된

모형을 보고..이렇게 두 가지 측면에서 참고를 할 수 있어서 이해하기 좋았어요...”

특히, 구체화된 설계모형은 복잡성을 지닌 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 특성을 반영함과 동시에 세부적인 접근이 모형으로 가시화하여 제시됨으로써 설계자들은 보다 체계적인 접근이 이루어졌다는 점을 강점으로 제시하였다.

“사실 초보 설계자는 어떤 구체적인 단계를 따라야 하는지, 행동을 해야 하는지 헷갈릴 수 있는데 모형이 상세하게 제시되니까 전체적으로 하나씩 따라가는데 큰 어려움이 없었어요.”

다음으로 초기 적합성 확인 과정을 통해 효율성이 향상된다는 점이다. 가상현실을 기반으로 한 콘텐츠 설계는 사실상 많은 비용과 노력이 필요로 하게 되는데 아무리 내용에 대한 분석이 적절하게 이루어졌다 하더라도 개발자나 내용 전문가의 관점에서 적합하지 않다고 판단이 이루어질 수 있다. 이에 대한 접근이 이루어지지 않을 경우 최종 단계에서 큰 문제가 발생할 수 있다. 제시된 설계모형 중 분석단계에서 설계 개요도에 대한 적합성 검토를 실시함으로써 설계모형이 실제에서 발생할 수 있는 개발상의 문제를 고려하여 효율적 접근이 가능하다는 점을 확인해볼 수 있었다.

“한 가지 인상적인 점은 분석단계에서 보면 설계자가 멋지게 설계를 해도...설계할 때는 모든지 할 수 있다고 생각을 하고 접근하지만 그게 실제로 개발자에게 넘어갔을 때 아..이거 못해요..개발하기 어려워요..라고 하는 경우가 많아 좌절되는 경우가 많았거든요. 근데 초기에 적합성 확인이라는 단계가 있어서 필수적으로 거쳐야 하는 단계니까...실제 현실을 잘 반영하였다...이론적으로만 접근한게 아니고 현실의 메커니즘을 잘 반영했다는 생각을 했어요.”

“비용이나 시간적인 면에서 개발하기에 현실적인 한계점을 지니는데 설계 개

요도를 작성하면서 과연 우리가 설계하고자 하는 것이 내용 상으로도 적합한 가라는 것을 미리 확인해 볼 수 있어서 좋았어요. 사실 가상현실을 구현하는데 환경이나 객체를 분석하는 것이 중요한 부분인데 굳이 내용 상 적합하지 않은 데 이 부분을 미리 할 필요가 없다고 봐요. 적합하지 않을 경우 굳이 많은 노력이 드는 단계를 수행하지 않고 다시 돌아가는...좀 더 효율적인 접근이 이루어졌어요.”

설계 단계의 경우 거시적인 측면에서 미시적인 접근으로 이어지는 ‘Macro-Meso-Micro’의 계층적 접근을 통해 용이하다는 의견을 제시하였다.

“보통 설계 단계를 직면하면 어떻게 접근해야 하는지 당황하게 되는데 여기서 구분을 해 놓았잖아요. 크고 작은...거시적인 관점에서 세부적인 관점으로 이어지는데 이 부분이 설계를 함에 있어서 단계별로 이루어지니까 막연하지 않았어요.”

약점 측면에서는 크게 세 가지 사항을 확인해 볼 수 있었다. 첫째, 설계자의 숙련도를 고려해 볼 때, 현재의 모형은 초보자가 참고할 수 있는 모형이라는 점이다. 즉, 숙련도를 지닌 설계자의 경우 전체 단계 중 초기 탐색 단계에서의 활동이 불필요할 수도 있다는 부분이다. 이에 대한 주요 의견은 아래와 같다.

“보통 어떤 목표에 따른 콘텐츠를 개발해 달라라는 요청을 받았을 때 분석 단계가 선행되고 그거에 따른 설계와 개발이 이루어지는데...여기서는 첫 단계에서 탐색이 이루어지잖아요. 이런 부분은 어느 정도 경험을 지닌 설계자라면 건너뛸 수 있지 않을까...”

둘째, 기술적인 측면에서의 접근 가능성을 확인해야 한다는 점이다. 개발자가 어떠한 프로그램을 활용할 수 있는지에 따라 최종적으로 개발할 수 있는 요소들이 한계를 지닐 수 있다.

“현실적으로 개발자가 어떤 기술을 활용하느냐...활용할 수 있는 기술이 무엇인지에 대한 반응이 부족했다고 생각합니다. 한계를 지닐 수 있거든요. 워낙 가상현실을 구현하는 기술이나 프로그램이 많은데 개발자가 어느 정도 기술능력을 지니느냐에 따라 좌우될 수 있어요.”

셋째, 설계자와 개발자가 어떠한 역할을 해야 하는지에 대한 구분이 되어 있지 않아 혼란을 야기할 수 있다는 점이다. 실제 가상현실 기반 교육용 콘텐츠를 개발하는 경우 설계팀 단위의 접근이 이루어지는데 이 경우 각 단계별로 어떠한 역할을 수행해야 하는지를 나타내지 않아 지속적인 논의가 이루어졌다. 이에 대한 약점의 주요 의견은 다음과 같다.

“저희가 설계팀으로 진행을 했는데 이 모형에서 제시하는 단계를 따르면서 효과적으로 개발이 가능했지만 설계자와 기술자가 어떤 활동을 하는 것인지? 다 함께 하는 것인가? 아니면 설계자가 하는 것인가? 라는 혼동이 있었어요.”

약점을 고려한 개선점으로는 먼저, 설계자의 숙련도를 고려한 상이한 단계의 접근이 이루어질 수 있도록 수정할 필요가 있다는 점을 제시하였다.

“설계자가 어느 정도의 능력이나 숙련도를 가지고 있는지에 따라 몇 단계들이 생략할 수 있다고 생각합니다. 설계자가 어느 정도의 경험을 지니느냐...초보자인지 경험자인지에 따라 다를 수 있다고 봐요.”

둘째, 기술적 논의의 과정이 초기 단계에서 이루어져야 한다는 점이다. 보다 현실적인 접근이 반영되기 위해서는 초기 단계에서 내용에 대한 적합성뿐만 아니라 기술 활용에 대한 도구나 프로그램 중 어떠한 것을 활용할 것인지에 대한 검토가 필요하다는 점을 개선점으로 제시하였다.

“기술적인 요소가 한정될 수 있다는 점이 모형 초기에 고려되면 좋을 것 같아요. 내용뿐만 아니라 기술자와 협의 과정을 거쳤으면 좋을 것 같아요. 분석 단계의 적합성 확인 단계나 내용전문가가 아니라 개발자가 검토를 해서 기술적인 요소를 확정할 필요가 있어요. 어떤 툴을 사용할 것인지를 사전에 결정하면 훨씬 더 목적에 맞는 개발이 이루어질 것 같아요.”

셋째, 역할별 어떠한 활동을 수행해야 하는지를 모형에서 제시하는 것이 필요하다. 각 단계별로 활동을 수행해야 하는 주체가 누구인지를 고려한 개선이 필요한 것이다. 이에 대한 대표적 의견은 아래와 같다.

“설계를 위해서 협력을...공동 작업을 하게 되는데 여기서 설계자가 어떤 역할을 해 주고, 개발자가 어떤 작업을 하는지를 명시적으로 나타낼 필요가 있어요. 두 트랙으로 나타내면 더 현실적으로 접근이 가능할 것 같아요.”

3. 외적 타당화 결과

가. 프로토타입에 대한 교수자 반응

외적 타당화로서 개발한 프로토타입에 대한 교수자 반응은 초등교육 맥락에서의 경력 10년 이상 교수자로 한정하였다. 총 세 명의 교수자를 대상으로 개발한 프로토타입의 주요 장면을 제시하고 화면 설명을 실시한 후 프로토타입이 어떠한 강점, 약점, 개선점을 지니는지를 확인하였다. 프로토타입에 대한 교수자 반응을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-50> 프로토타입에 대한 교수자 반응

구분	주요 의견	빈도
강점	문제 상황에 대한 간접 경험의 기회 제공	3
	상황과 행동의 전형성 반영을 통한 표준화	1
약점	텍스트 중심의 안내 정보 제시를 통한 주의집중 저하	3
	캐릭터의 현실적 구현 미흡	3
	표정을 포함한 반응의 구현 미흡	2
	텍스트와 음성 정보를 함께 제시하여 몰입감 향상 필요	3
	캐릭터에 대한 사실적 구현 강화	3
개선점	디브리핑 결과 제시의 단계 변경	2
	시뮬레이션 활동을 유도하기 위한 시선 집중 기능 강화	1
	대안 선택의 폭을 확대하여 현실과 유사한 다양성 추구	1

개발한 프로토타입에 대한 교수자 반응 중 강점으로는 문제 상황에 대해 간접적인 경험을 사용자에게 제공한다는 점이다. 현실에서 실제 발생하는 상황에 대해 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠에서의 활동을 통한 간접 경험은 실제 교사로서 역할을 수행함에 있어 도움을 줄

수 있다는 점을 확인하였다.

“과학에서는 시뮬레이션을 많이 하잖아요. 시뮬레이션을 하는 이유가 실제로 실험을 할 때, 한계점을 극복하는 방안이 시뮬레이션이거든요. 여러 가지 변인 통제가 현실에서는 어려우니까 그걸 대신할 수 있게 해 주는 건데...예를 들어 물리적인 가속도 변수를 조작할 수 있게 하는 거죠. 음...이것도 마찬가지로 잘 개발되면 현실적으로 할 수 없는 부분을 보완해 줄 수 있는 기능으로서 역할을 할 수 있는 거죠.” (교수자 A)

“가상현실로 예비교사에게 하게 되면 좋은 게 사실 교생 실습을 나가게 되는데 아무리 준비해도 교실은 다르거든요. 그런 부분에서 가상현실이 상당히 도움이 되죠. 이전까지는 이렇게 경험을 해 볼 수도 있는 적이 거의 없는데 가상현실을 통해 이렇게 훈련을 시켜 보내게 되면 실제 마주치는 상황에 당황이 덜 되고...대응을 미리하게 되니까요...사실 예비교사나 초임교사들은 학교에서 발생하는 일들이 너무 많아서 많이 힘들어해요. 이러한 콘텐츠 개발을 통해 연습이나 사전 훈련을 통해 지식을 습득하면 현장에서는 상당히 도움이 되죠.” (교수자 C)

이와 함께 제시되는 상황과 활동 수행의 대안, 대안 선택에 따른 반응이 현실에서 발생한다는 점에서 전형성을 지니고 있다는 점이다. 물론 실제에서는 더욱 다양한 변수들이 영향을 미칠 수 있지만 이를 특정 활동을 수행하는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를 설계함에 있어서는 일종의 표준화가 이루어져야 한다. 이에 대한 반영이 본 프로토타입에 이루어졌음을 확인해 볼 수 있었다.

“실제 교사가 수업을 하다 보면 A라는 내용을 다루고 있는데 학생들이 A에 대해서만 질문을 하지 않는 경우가 많아요. 이 때, ‘우리 A 배우고 있잖아’ 라고 말하는게 아니라 ‘어, 너 그런 호기심도 있구나’ 라는 이야기를 하면서 끌어오는 이야기를 실제로 하죠.” (교수자 B)

약점으로는 텍스트 중심의 시나리오를 포함한 정보를 제시하는 경우 주의집중이 저하될 수 있다는 점이다. 특히, 가상현실 공간의 특성 상 사용자들이 주의력이 저하될 수 있는 가능성을 지닌 상황에서 시나리오를 포함한 정보를 다소 긴 이야기 형태의 서사식 텍스트 형태로 제시하는 경우 주의 집중은 더욱 낮아진다는 것이다. 또한, 사용자가 HMD 도구를 끼고 활동을 수행하는 가상현실 화면은 인간의 시야각을 고려하였지만 이미지나 그래픽 형태로 구현이 이루어지고 있기 때문에 텍스트는 이해하기 힘들며 제대로 시나리오를 파악하기 어려울 수 있다. 이에 대한 대표적인 의견은 아래와 같다.

“가상현실 글래스를 끼고 콘텐츠를 접하게 되는 건데...텍스트가 너무 많아요. 음성적인 정보 보다 전면적으로 텍스트가 깔리는게...안경끈채로 이거를 제시하면 사용자가 받아들이기 힘들어요. 이것을 끼고 열 줄정도 시나리오가 제시되는데 이거를 사용자가 제대로 읽기에 어려울 것 같아요.” (교수자 B)

“개발된 프로토타입은 주의집중을 하기 조금 힘들어요. 여러 가지 정보를 제공해 주는 건 도움이 되는데 텍스트가 너무 많아요. 학생들(예비교사)이 가상현실 기기를 끼고 접하게 되면 가상현실이라는 공간 때문에 주의력이 낮아질 수 밖에 없는데 여기에 텍스트도 많이 제공되니까 주의집중력이 더 떨어지게 돼요.” (교수자 C)

다음으로 캐릭터의 개발과 구현 측면에서 약점이 언급되었다. 제시된 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 제시된 캐릭터가 비교적 서양적인 느낌이 강하며 다소 비 현실적이라는 점이 약점으로 언급되었다. 이는 프로토타입 개발에 사용된 도구의 한계점과 관련이 있다고 판단해 볼 수 있다.

“개발 도구를 사용하다 보니까 서양적인 느낌이 강하고...아직 어색하다는 느낌이 들어요. 초등이라고 생각했을 때, 캐릭터의 모습이 조금 덜 현실적이지 않나 싶어요.” (교수자 B)

또한, 표정을 포함한 반응에 대한 구현이 다소 약하다는 점이 제시되었다. 특히, 표정은 학생의 정서적 반응을 확인할 수 있는 한 가지 방안으로 중요성을 지니지만 이에 대한 구현이 이루어지지 않았다는 점이 약점으로 제시되었다.

“저희가 생각하는 수업 상황에서는 특히, 초등은 매우 달라요. 대처하는게 이론과 달리 상당히 지체롭게 대처해야 해요. 저희 수업 상황에서 실습 지도 나갈 때도 그렇고, 선생님들과 대화를 많이 하다보면 ‘아 이게 지체구나’ 라고 느낄 때가 있어요. 그런 대처 기술...대처 반응이 어느 정도일지를 고려해야 하는데...학생의 말 한마디, 눈빛 하나하나가 중요한 거거든요. 그거 때문에 좌절해서 열등감까지 나오는데...그거를 다 다룰 수는 없지만...” (교수자 B)

약점으로 언급된 텍스트 중심의 정보 제시에 대한 개선점으로는 가상현실의 특성을 고려하여 시각과 청각적 요소를 모두 활용하여 통합적으로 제공하는 것이 효과적이라는 점을 제시하였다. 멀티미디어 설계원리를 고려하여 시각과 청각의 통합 제공을 통해 효과적인 정보를 제공할 수 있으며 이는 사용자에게 보다 몰입감을 향상시키고 친근감을 높일 수 있다.

“글이 너무 많아서 집중하기 어려운 문제에 대해서 텍스트에서 강조할 부분만 제시하고 오히려 음성적인 언어를 활용하는 것이 학생들에게 도움이 될 것이라고 생각해요. 음성이 함께 제시되는 것이 더 친근하게 느껴질 것이고 학생들의 목소리에 더 귀를 기울이고 집중할 수 있으니까...” (교수자 C)

또한, 캐릭터에 대한 사실적 구현이 이루어져야 할 필요성을 확인해볼 수 있었다. 캐릭터는 가상현실에서 사용자의 시뮬레이션 활동에 대한 반응을 나타내는 중요한 역할을 수행하므로 이를 사실적으로 구현해야 한다.

“외국인 같아서..사실 가상현실을 통해 시뮬레이션 하는 게 가장 현실과 가까워야 하는데 너무 문화적으로 유린된 것 같아서 그게 아쉽네요” (교수자 A)

특히, 시나리오 제시 측면에서는 나레이션이 포함된 영상 형태의 보완뿐만 아니라 실제 문제 상황이 포함된 영상 자료의 활용을 통해 이해도를 보다 향상시킬 수 있음을 확인해 볼 수 있었다.

“상황이 앞에 제시되어 있잖아요. 여기에 조금 더 현실적으로 와 닿기 위해서는 현실에서의 실제 영상을 제공하는 것도 좋을 것 같아요. 미국에서 예비교사를 대상으로 프로젝트를 진행한 것 중에 실제 학교 현장에서 일어나는 상황에 대한 비디오를 활용하고 있거든요. 실제 학교 상황...비디오를 보여주고 다음 단계에서 너라면 어떻게 하겠느냐를 제시하는 거죠. 문제가 발생하는 현실 상황에 대한 영상을 보여주고 여기서 교사의 문제점이 무엇인지를 파악하고 나서 실제 활동이 이루어지면 훨씬 더 상황을 이해할 수 있지 않을까요? 상황을 현실적으로 조금 더 전달하는 것이죠. 실제 상황 자체를 보여주는 거죠.” (교수자 A)

시뮬레이션 활동 결과를 제시하는 디브리핑과 관련해서는 실전 훈련 유형이 아닌 단계별 훈련 유형에서 제공하는 단계로 변경할 필요가 있음을 확인하였다. 단계별 훈련에서의 디브리핑 결과는 각 상황별 활동 과정에 대한 결과를 학습자에게 제공하여 이에 대한 확인이 이루어질 수 있기 때문이다.

“시뮬레이션 활동 중간 중간에 대해서 판단을 하고 결과가 주어져야 할텐데... 교사가 응답을 할 때, 가상의 학습자들이 답을 하고 어떠한 interaction이 일어나는지에 대한 각각 확인이 필요하죠” (교수자 A)

세부적인 지원 요소 측면에서는 가상현실에서 사용자가 혼란을 느껴 방향에 대한 감각적 상실이 이루어질 수 있음을 고려하여 시선을 집중할 수 있는 기능이 보다 강화될 필요가 있다는 점을 개선점으로 제시하였

다.

“주의집중을 높이게 하는...교육 내용에 집중할 수 있게끔 설계하는 접근이 필요하다고 생각해요. 가상현실 콘텐츠에 들어갔을 때, 활동을 못하게 되는 경우 뿐만 아니라 일반적인 경우에도 활동 자체에 시선을 집중할 수 있는 요소들이 강조될 필요가 있어요.” (교수자 C)

마지막으로 단계별 훈련 유형에서 대안 선택이 두 가지로 제시되어 있어 다양하지 못하기 때문에 선택할 수 있는 대안의 수를 확대하여 현실에서 고민할 수 있는 여러 대안의 다양성을 추구해야 할 필요가 있음을 확인하였다.

“사실 의사소통이라는 주제는 상당히 복잡해요. 그래서 선택지를 좀 더 제공해야 다양성을 제공하는 것이 좋을 것 같아요. 그런 생각이 드네요. 인공지능을 쓰지 않는 이상 모든 상황을 고려하기 어렵잖아요. 콘텐츠니까 조금 더 다양성을 고려해서 반응들을 제공하면 좋을 것 같아요.” (교수자 B)

나. 프로토타입에 대한 학습자 반응

프로토타입에 대한 학습자 반응은 총 다섯 명을 대상으로 진행하였다. 여기서 학습자는 도출된 프로토타입의 내용 특성을 고려하여 볼 때, 초등 예비교사와 초임교사가 포함된다. 따라서 예비교사 2인, 초임교사 3인 총 5인을 대상으로 개별 면담을 실시하였다. 프로토타입에 대한 학습자 반응 결과는 강점, 약점, 개선점 측면에서 정리하면 다음과 같다.

<표 IV-51> 프로토타입에 대한 학습자 반응

구분	주요 내용	빈도
강점	사전 훈련 혹은 연습 기회 제공을 통한 내용 이해 및 체화 촉진	5
	현실에서 나타나는 상황 내용, 반응 등의 적용을 통해 현실과 유사한 경험으로 인식	4
	시뮬레이션 활동과 제스처로 인해 실제적 역동성 인식	3
	단계별 접근으로 인한 지식 습득의 체계성	3
	화살표 제시의 지원 요소 활용으로 현실 상황의 행동 전이 유발	3
	활동에서의 질문이나 학생의 반응 제공으로 성찰적 사고 촉진	2
	실제 환경의 핵심적 요소 반영을 통한 물리적 현실성 인식	1
약점	실제 교실에서의 학생 수, 반응 등의 다양성이 낮음	3
	수업에서의 배경 소리나 표정 변화의 반영 미흡	2
	실전 형태에 아무런 정보가 제공되지 않으면 사용자로서 혼란을 야기할 수 있음	2
	텍스트 중심의 안내 정보 제시를 통한 주의집중 저하	2
	단계별 활동에서 제시된 대안의 내용 수준이 다소 낮음	1

구분	주요 내용	빈도
개선점	제스처의 다양화와 표정 변화 반영 필요	4
	실전 형태의 훈련 유형에서 자기 점검을 확인할 수 있는 지원 요소 최소화 반영	3
	단계별 활동 내용에서의 복잡성 고려를 통해 심화 활동 유도	2
	실제 교실의 다양성 반영 필요	2
	수업에서 발생하는 환경적 소리 추가	2
	시나리오 제시 방법(영상 형태 혹은 핵심적인 텍스트와 나레이션의 함께 제공)의 변경	2
	내용에 적합한 활동 안내 메시지 추가	1
	제시되는 선택 대안의 다양화 및 수준 변경	1

학습자 반응을 통해 확인된 강점으로는 우선 본 프로토타입이 학습자에게 사전 훈련과 연습의 기회를 제공한다는 점이다. 이를 통해 학습 목표와 내용에 대한 이해에서 더 나아가 가상현실의 실제적 조작을 통해 지식의 체화를 촉진한다는 점이다. 이에 대한 학습자 반응의 주요 의견은 아래와 같다.

“일단 교사가 되기 전에는 학생들이 직접 만날 수 있는 기회가 적잖아요. 이것이 교사가 되기 전에 학생을 먼저 만나게 되는 기회를 제공하는 거죠. 교사가 지녀야 하는 바른 화법이나 실습 나가기 전에도 연습을 할 수 있을 것 같고... 또는 임용고시를 준비하면서 2차 준비를 하면서도 활용할 수 있을 것 같아요. 사실 2차를 준비하면서 어떻게 했냐면 좋은 수업을 하는 교사들의 영상을 보면서 어떤 말을 하고 했는지 전사하고 어떤 행동을 했는지 계속 봤거든요. 말을 어느정도 했는지 초를 재보고...근데 이렇게 하면 내 것이 되기보다는 그냥 단순히 기계적으로 습득하게 되더라구요. 익히는 게 되지 않더라구요. 그런 점이 힘들었는데 이런 콘텐츠는 내가 해보니까 익히게 되는거죠...굉장히 이상적으로는 알고는 있지만 연습을 하지 않으면 이거는 준비할 수 없어요.” (학습자 A)

“솔직히 초임 교사에게 정말 중요한 것은 경험인데...업무도 업무지만 교육적 경험이 가장 중요하잖아요. 초임 교사들은 특히나 이론적으로 배운 것들이 많아서 펼치려고 하는 열정은 충만한데...의지는 있으나 그것이 아이들에게 정말로 효과적인지는 아직 미숙하기 때문에 이게 일단 교실에 있는 아이들을 대상으로 시행착오를 겪게 하는 거잖아요.” (학습자 C)

이와 함께 개발한 프로토타입은 학습자에게 학교에서 발생하는 의사소통 상황에 대한 간접 경험을 제공하는 측면에서 도움이 된다는 점을 확인해 볼 수 있었다. 특히, 실제 학교 수업에서 나타나는 상황과 내용, 그리고 학생들의 반응이 구현되어 사용자로서 초임교사들은 현실과 유사한 경험이 이루어져 상황과 내용 등의 측면에서 동질성을 인식한다는 점을 확인해 볼 수 있었다.

“상황이 현실에서 많이 볼 수 있는 장면들이예요. 수업에 관련 없는 질문을 하는 친구들을 포함해서 많이 있잖아요. 이거를 개발할 때 그런 현실적 요소가 고려된 거 같은데 그래서 뭔가 아...실제도 그렇지! 그런 생각이 드는 구체적 상황이 강점이라고 봅니다.” (학습자 D)

“위낙 다양한 변수들이 많은데 그 변수들 중에 실제 교사가 직면하는 상황을 반영했다고 봐요. 그래서 실재적이라고 하나요? 그런 인식을 가지게 해 줘요... 내용 상당히 중요하죠. 음...가상현실이라고 해도 결국은 내용에 대한 동일감을 느껴야 하는 거라고 생각해요. 내용 측면에 대해서 뭐라고 해야 하나...되게 일어날 수 있는 상황이 많기 때문에 전형적인 사례를 뽑고 그래서 저런 경험이 많지 라는 생각이 들었어요.” (학습자 E)

사전 훈련의 제공과 동질성을 반영한 간접 경험의 제공뿐만 아니라 강점 중 하나로 학습자 중 일부는 시뮬레이션 활동 측면에서 역동성을 인식하고 있다는 점을 언급하였다. 시뮬레이션 활동을 수행하는 주체자로서 학습자는 가상현실에서 현실과 유사한 역동적인 참여를 기반으로

한 활동이 이루어진다는 것이다. 특히, 조작 및 작동이 가능한 시뮬레이션 활동과 반응으로 나타난 제스처가 역동성을 인식하게 하는 중요한 요소로서 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 이에 대한 주요 의견은 아래와 같다.

“실제 활동이 이루어지고 있다고 하게 되는 부분이 있었는데...시뮬레이션 활동을 통해 이야기를 했을 때, 학생들이 반응을 나타나니까...컴퓨터랑 딱딱하게 대화를 하고 있다는 느낌이 들기 보다는 현실적인 역동성을 느꼈어요. 대답을 했는데 그게 맞았을 때, 고개를 끄덕인다는지, 아니면 이해가 안되면 나타나는 모습” (학습자 D)

또 다른 강점은 설계원리에서 제시한 단계별 접근이 이루어지는 부분에서 나타났다. 학습자들은 세부 상황과 활동으로 구성된 단계별 연습 및 훈련, 그리고 이 후에 이루어지는 실전 형태의 훈련 운영을 통해 보다 체계적인 지식 및 기술의 습득이 가능하다.

“단계별로 활동을 해서 대체로 어떤 상황에서 어떤 문제를 지닌 아이들이 이런 행동을 할 때, 이런 반응을 해야 하겠다 라는 것을 단계별로 알 수 있어서 더 대응할 수 있을 것 같아요. 그 친구들에 맞는 문제 대처를 할 수 있는 것이죠.” (학습자 B)

단계별 접근뿐만 아니라 가상현실에서 학습자의 시뮬레이션 활동에 도움이 되는 지원 요소의 활용은 현실 상황에서의 행동 전이를 유발할 수 있다는 점을 확인하였다. 특히, 프로토타입에서 질문을 하는 학생을 예비교사나 초임교사가 인식하지 못한 경우에 나타나는 화살표 기능은 사용자에게 일종의 방향성을 안내하는 역할을 제공한다. 가상현실에서 훈련을 통해 사용자들은 실제 교실 수업에서 유사한 상황을 직면한 경우 관련 내용을 상기하여 적절한 행동이 나타날 수 있다는 것이다.

“학생이 손을 들고 있을 때, 화살표로 표시되는 거...그게 강점이라고 생각해

요. 물론 손을 들면 가야되는거를 알고는 있지만 그게 미숙할 수 있는데 그렇게 몇 번 연습을 하다 보면 실제 상황에서 떠오를 것 같아요.” (학습자 B)

“현실에서 부족한 부분을 채울 수 있는 요소들이 좋았어요. 손을 들었는데 화살표가 나타나는 부분...그게 여기서 훈련을 하다보면 현실에서도 그걸 염두하게 되는 것이죠.” (학습자 D)

또한, 사용자에게 사고를 유발하는 질문의 제공과 학생의 반응이 구현된다는 점은 교사로서 어떠한 역할을 수행해야 하는지에 대한 자기 성찰을 촉진하며 이를 통해 행동에 대한 수정이 이루어질 수 있다.

“행동을 유발하는 요소들이 제시되고 있잖아요. 그냥 수동적인게 아니라...그게 좋았어요. 어떤 행동을 하게끔...그리고 생각을 하게끔 하는 그런 요소들이 더 생각을 하게끔 만들어 주는 것 같아요.” (학습자 B)

“나의 행동에 대한 패턴, 교사로서 어떻게 하는 것이 올바른 행동인가를 생각할 수 있게 해 줘요...내 행동 중 뭐가 잘못되어 있는지를 수정해 볼 수 있을 것 같아요.” (학습자 C)

마지막으로 물리적인 측면에서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 프로토타입에 구현된 교실 장면이 실제 교실 환경의 주요 특성을 반영하여 다소 현실적으로 인식할 수 있다는 점을 강점으로 제시하였다.

“교실에 있는 여러 가지 오브젝트들 있잖아요. 그런 것들이 중요한 영향을 미칠 수 있다고 생각하는데 완전히 그게 구현되지 않았지만 그래도 교실이라는 느낌을 줄 수 있을 정도로 구현되었기에...그리고 교사가 교탁에 서 있을 때의 시점을 반영해서 교탁에 서 있는 듯한 느낌이 들었어요.” (학습자 A)

개발된 프로토타입에 대한 가장 큰 약점으로는 다양성 측면에서 나타났다. 실제 교실에서 학생의 수와 비교하여 볼 때, 가상현실 기반 교육용

시뮬레이션에 구현된 학생의 캐릭터 수가 적었다는 점과 학생의 반응과 상황 등이 다소 일반적인 수준이라는 점이 약점으로 제시되었다.

“반응으로 나타나는 학생 캐릭터들의 반응이 다양하지 못한 게 아쉬웠어요. 한 가지 상황에 한 가지의 답변으로 준비되어 있다 보니까...그런 상황에서 학생이 조금 더 다양하게 반응을 할 수 있으니까...예측하지 못하는 상황도 있고...” (학습자 A)

“학생들의 수가 많게 나오지 않은 점이 약점이라고 생각해요. 교실에 아이들이 아직 많이 있고...물론 그런 반응을 보이는 친구들은 특정 몇몇이겠지만 구현된 상황에서 아이들이 조금 더 많이 반영되면 좋지 않았을까...” (학습자 C)

다음으로 감각적 요소의 반영 측면에서 실제 교실에서 발생하는 환경적 소리가 반영되지 않은 점과 시각적 측면에서 학생들의 표정 변화가 구현되지 못한 점을 약점으로 제시하였다.

“일부분 소리가 프로토타입에서도 제시되긴 하는데...아이들이 떠드는 소리가 엄청 나요. 소음이 있어야 실제적이라고 더 느껴질 것 같아요...그리고 학생들의 제스처는 일부 구현이 되었지만 그 학생이 어떠한 기분을 지니는지는 제스처뿐만 아니라 표정을 통해서도 느껴지거든요. 표정에 대한 기술적 구현이 어려워서인지 모르겠지만 그런 것도 교사에게 주는 한 가지 정보거든요. 그런 표정 등을 더 구체적으로 나타나야 되는데 그게 부족했다고 봐요.” (학습자 E)

또한, 단계별 훈련 이후에 진행되는 실전 형태의 훈련 형태에서 아무런 정보를 제공하지 않는 경우 혼란을 야기할 수 있다는 점을 확인해 볼 수 있었다.

“실전형 훈련에서는 지원 정보가 아예 없는 거죠? 음...실전 형태에서는 정보나 단서, 힌트가 제공되지 않아야 그런 경험을 미리 해 볼 수 있고 생각을 하게끔 하는건 좋은데..한편으로 오히려 아무것도 시뮬레이션 활동에 대한 도움을 줄

수 있는 정보가 제공되지 않아 활동에서는 당황하지 않을까...” (학습자 E)

세부적인 측면에서는 맥락이 포함된 시나리오를 제시하는 화면이 다소 많은 텍스트로 구성되어 있어 주의 집중이 어렵다는 점을 언급하였다. 가상현실이 다양한 감각적 요소를 활용하며 HMD 도구 활용을 통해 나타나는 화면의 특성을 고려하여 볼 때, 많은 텍스트로 구성된 화면 설계는 적절하지 않다는 것을 확인하였다.

“상황이나 시나리오가 제시될 때 글로만 제시되어 있는데 이게 글이 너무 많다 보니까 가상현실을 쓰고 읽었을 때 힘들지 않을까 생각했어요. 집중이 안되서 그냥 단순히 넘어가게 될 것 같아요. 그 상황에 대해서 인지를 정확하게 해야 효과가 더욱 크게 나타날 건데 그런 상황이 글이 너무 길게 제시되니까 몰입도 떨어지고 주의집중이 안돼요” (학습자 A)

마지막으로 단계별 훈련 유형에서 제시되는 대안의 내용 수준이 다소 낮다는 점을 약점으로 제시하였다.

“선택하는 상황에서 나타난 대안들이 음...너무 허용되는 듯한...도덕적인 판단으로 인해 선택할 수 있었던 것 같아요. 대안이 너무 적어서 그런지 모르겠지만 그런 부분이 뭔가...이렇게 대답했어도 되었나? 라고 고민을 할 수 있었던 대안들이 아니었던 것 같아요.” (학습자 B)

개선점 측면에서는 이상의 약점을 보완하는 측면에서 중점적으로 의견이 제시되었다. 먼저, 역동성을 인식하는 주요 요소로서 제스처를 보다 다양하게 반영할 필요가 있으며 캐릭터의 표정 변화를 구현해야 한다는 점이다. 이를 통해 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션 콘텐츠에서의 사용자 활동 역동성과 현실성에 대한 인식이 보다 향상될 수 있다.

“학생의 제스처가 조금 미흡한 것 같아요. 아마 이게 내가 콘텐츠 내에서 참여하고 활동하고 있다는 것을 느끼게 해 주는 거 같은데...저요저요나, 표정 변화

같은 게 더 실제적으로 반영되면 좋지 않을까 생각해요.” (학습자 A)

“표정이 있으면 좋을 것 같아요. 결국은 가상현실에서 사용자로서 참여하면 역동성을 느끼는 것은 제스처랑 표정인 것 같아요. 근데 개발된 프로토타입에서 일부 제스처는 나타나는데 표정이 너무 정적이네요. 표정 변화가 있어야 좀 더 현실적으로 반영될 것 같아요.” (학습자 E)

다음으로 실전 형태의 훈련 유형에서 지원 요소가 최소한으로 제공되어야 한다는 점이다. 특히, 실전 형태의 훈련을 고려하여 시뮬레이션 활동에 직접적인 영향을 주는 지원 요소보다는 자신의 시뮬레이션 활동을 확인하는 점검 형태의 지원을 최소한으로 제공할 필요가 있다.

“실전형 훈련 연습에서 시뮬레이션 활동을 통해 정답이라고 하는 적합한 판단을 유도하는 정보가 없는 건 괜찮은데 시뮬레이션 활동에 대한 내 상태를 점검해 볼 수 있는 지원 전략들이 최소한으로 제공되는게 좋을 것 같아요. 그래야 중간중간 내 상태가 어느정도인지 확인을 하고 생각을 할 수 있을 것 같아요...이게 나중에 진짜 실제 학교에서 경험할 때는 그런 부분은 제공되지 않을 거니까 결국은 최종적인 목표가 실제 학교 현장에서의 수업 상황이니깐...실전형 형태에서는 최소한으로 제공해서 더 좋은 사전 훈련이 되게끔 하는게 좋을 것 같아요.” (학습자 E)

단계별 활동에서는 내용적인 측면에서 보다 복잡성을 고려한 추가적인 활동을 구성하는 전략을 통해 심화 활동이 가능하도록 설계할 필요가 있다는 점을 개선점으로 제시하였다.

“오히려 한 친구가 물어볼 때, 다른 친구가 요구하는 경우가 있잖아요. 한 친구가 질문을 하고 있는데 그 질문을 하고 있는 상황에서 다른 친구...말을 많이 하는 친구가 갑자기 중간에 개입해서 질문을 방해한다거나 질문을 끊거나 하는 경우가 있는데 그런 것을 더 고려해 주었으면 좋겠어요. 동시 다발적인 상황에서 나타나는 그런 것...갑자기 화살표가 여러 개가 뜨는 경우 무엇부터 처

리를 해야 할 것인가? 그런 것도 필요할 것 같아요...아니면 학생들에 대한 구성도 활동이 바뀔 때 마다 변경되도 좋을 것 같아요. 아니면 학생의 특성을 미리 제시해 주고 학생들을 골라서 반을 구성할 수 있게끔 하면 생각할 게 더욱 많아 질 수 있을 것 같아요. 그러면 더욱 더 다양한 활동이 되고 그 안에서 고려해야 할 특성이 바뀌니까 더욱 좋은 연습이 되지 않을까요?” (학습자 B)

약점으로 제시된 다양성이 미흡한 의견에 대한 개선점으로 실제 교실의 다양성을 보다 반영할 필요가 있음을 언급하였다. 교실에서 나타나는 학생들의 행동과 반응을 보다 다양하게 제시하여 구현할 필요가 있는 것이다.

“반응이 상당히 다양하게 일어나긴 해요. 현재 프로토타입에서도 반응이 몇 가지 나타나는데 정말 교실에서 초등학생에 대한 반응은 상상 이상이에요. 막 뛰어다니는 친구도 있고...유행어를 쓰는 친구도 있고...그런 반응이 더 다양하게 나타나면 좋을 것 같아요.” (학습자 E)

반응의 다양성과 함께 교실에서 발생하는 환경적 소리를 구현해야 한다는 점을 개선점으로 제시하였다. 환경적 소리를 추가한다면 보다 실제 교실 상황이라는 점을 인식할 수 있는 것이다.

“교실, 수업에서 나타나는 소음도 전체는 아니지만 일부 배경이나 그런데 들어가면 조금 더 현실적인 느낌을 더 강하게 줄 것 같아요.” (학습자 B)

앞서 약점으로 제시된 시나리오 제공 시 텍스트가 다소 많이 제시되는 화면에 대해서는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에 활용되는 감각적 요소를 고려하여 텍스트와 함께 나레이션을 제공하거나 그림 형태의 이미지와 나레이션이 포함된 영상 형태로 개발하는 것이 효과적이라는 점을 제시하였다.

“아까 말한 상황에 대해 글이 많이 제시된 부분에 대해서 글이랑 나레이션이

같이 제시되면 더 잘 이해가 되지 않을까요? 예를 들어, 게임같은거 보면 상황 설명할 때 영상으로 나오면서 글도 나오고 소리도 막 나오잖아요. 그런 형태나 짧게 짧게 끊어서 나레이션이랑 같이 제시하면 훨씬 잘 이해될 거라고 생각해요.” (학습자 A)

세부적인 지원 요소 측면에서 활동을 보다 촉진할 수 있는 활동 안내 메시지가 더욱 추가되어 활동을 더욱 유발하도록 해야 한다는 점을 개선점으로 제시하였다.

“활동을 안내하는 메시지가 더 추가되면 좋을 것 같아요. 여기서 한 가지 제시된 게 대안을 실행에 옮겨보라고 했는데 사실 그것도 중요하지만 말을 따라하는 것도 중요한 거라고 생각해요. 따라 말해보세요 같은 안내 메시지가 추가되어 더 적극적으로 참여할 수 있게끔 유도하면 좋을 것 같아요.” (학습자 A)

마지막으로 단계별 훈련 유형에서 제시되는 대안을 기존 최소 2개에서 선택지의 범위를 확대할 필요가 있으며 대안의 내용 또한 신중한 고민을 할 수 있도록 수준을 변경하는 것이 좋겠다는 점을 언급하였다.

“오히려 조금 더 생각을 할 수 있게끔 대안을 제시하는 것이 좋을 것 같아요. 그리고 제시된 대안도 두 개보다 조금 더 많이...이런 상황에서는 더 고민을 하고 이렇게 하는게 더 좋은거 아닐까? 라는 생각을 할 수 있게끔 대안을 제시하면 좋겠어요.” (학습자 B)

이상의 면담자를 포함하여 총 17명의 학습자를 대상으로 가상 실재감을 측정한 결과는 다음과 같다.

<표 IV-52> 가상 실재감 측정 결과

(n=17)

설문 문항	평균	표준편차
공감 실재감 전반	3.88	0.65
실제 교실 공간에 존재하고 있다고 인식되었다.	3.82	0.71
화면에 제시된 상황과 환경이 사실적으로 느껴졌다.	3.82	0.62
현실의 교실 공간에서 사용하는 도구나 장면이 유사하게 구현되었다.	4.06	0.64
전반적으로 교실 상황과 환경 및 공간이 자연스럽게 느껴졌다.	3.82	0.62
몰두감 전반	3.58	0.99
나의 감각이 제시된 상황에 사로잡히는 것 같은 느낌이 든다.	3.41	1.03
내가 실제에서 행동을 하는 것 같은 생각이 든다.	3.53	0.92
내가 교실 상황에서 학생들과 의사소통을 하고 있는 것 같다.	3.59	0.97
나는 교사로서 역할을 수행하여 학생들과 의사소통 하는 것에 대해 몰입되는 것 같다.	3.76	1.00
나는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 프로토타입에 대해 몰입감이 느껴졌다.	3.59	0.97
사실성 전반	3.92	0.79
화면에서 나타난 모습이 실제처럼 느껴졌다.	3.76	0.64
제시된 상황과 사건의 내용이 사실처럼 지각되었다.	3.88	0.83
가상현실에서 직면한 사건이 현실에서 나타나는 경험과 유사하다.	4.06	0.64
제시된 가상의 반응(제스처, 음성 포함 학생의 반응 모두)이 사실적으로 느껴졌다.	3.88	0.83
전반적으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 경험이 예비교사 및 초임교사로서 나에게 현실적이라고 인식되었다.	4.00	0.91

설문 분석 결과, 공감 실재감($m=3.88$, $sd=0.65$), 몰두감($m=3.58$, $sd=0.99$), 사실성($m=3.92$, $sd=0.79$)로 공감 실재감과 사실성은 다소 높은 수준으로 인식하였으며 몰두감은 보통 이상의 가상 실재감을 인식한 것으로 나타났다. 특히, 몰두감 요소가 다른 요소에 비해 평균값이 다소 낮은 것에 대해서는 프로토타입에 포함된 캐릭터의 제스처와 표정 변화의

구현이 다소 미흡한 것과 개발한 프로토타입의 한계로 제시되는 정보가 시각적 텍스트를 중심으로 구현되었기 때문이라고 추정해 볼 수 있다. 가상현실이 인간의 다양한 감각적 요소를 활용한다는 특성을 지니고 있기 때문에 몰두감이 향상되기 위해서는 보다 역동적인 제스처와 표정 변화의 반영이 필요하며 정보를 제공함에 있어서 시각과 청각적 요소를 함께 제공할 필요가 있다.

4. 최종 설계원리 및 모형

이상의 전문가 타당화를 거쳐 최종적으로 구성요소, 설계원리와 지침, 절차 모형을 도출하였다. 특히, 최종 설계원리와 지침, 모형을 도출하기 위해 수정 및 보완이 이루어지는 과정에서 프로토타입에 대한 교수자 및 학습자의 의견에 대한 일반화를 실시하였다. 본 연구에서 도출하고자 한 설계원리와 지침, 모형은 기존 교육용 시뮬레이션의 네 가지 유형(물리적, 과정적, 절차적, 상황적)에 모두 적용할 수 있는 일반적 성격을 지닌다. 하지만 개발한 프로토타입은 상황적 시뮬레이션의 성격을 지녀 이에 대한 교수자와 학습자 반응에 대해서도 다소 상황적 시뮬레이션과 밀접한 관련성을 지닌 의견들이 확인되었다. 이 점에 대해 본 연구 목적을 고려하여 도출된 의견을 기반으로 일반화하여 네 가지 유형의 교육용 시뮬레이션에 모두 적합할 수 있는 특성을 지닐 수 있도록 수정하였다.

가. 개념적 구성요소

먼저, 설계의 개념적 구성요소는 크게 맥락적 시나리오, 시뮬레이션 행위 유발성, 실제적 활동 및 반응 총 세 가지로 구성되어 있다.



[그림 IV-52] 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 구성요소

첫째, 맥락적 시나리오 요소이다. 이는 사용자가 현실에서 실제로 경험하거나 필요로 하는 교육 목표가 교육용 시뮬레이션에서의 활동과 연관성(relevance)을 지녀야 한다는 점(류지현, 유승범, 2017; 박경선, 나일주, 2011; 조영환 외, 2015; Hirumi et al., 2016)과 사용자 혹은 학습자가 수행해야 하는 학습 과제 혹은 활동의 실제성(authenticity)을 강조하는 것이다(임철일, 2012; 최동연, 김민정, 2018; Kearney & Schuck, 2006; Wang, 2012).

효과적인 설계가 이루어지기 위해서는 사용자가 현실에서 직면하는 실제적인 사건을 반영한 접근이 이루어져야 한다. 또한, 사용자의 특성을 고려한 목표 및 목적 설정과 이에 포함되는 내용 구성은 시뮬레이션을 통해 획득한 지식 혹은 기술이 보다 장기적으로 유지될 수 있다. 특히, 현실에서 직면하는 다양한 사건이나 문제들은 특수한 상황이나 배경 안에서 발생하게 되는데 여기서 맥락은 실제 현장과 가상적 환경을 연결시켜 주는 매개로서 역할을 수행하는 것이다. 맥락은 교육이 이루어지는 다양한 환경에서 특정 사건의 전체 상황, 배경적 특성을 지니며 설계의 실제적 및 개념적 구조이기 때문이다(Fox, 2006; Jonassen, 1991). 이는 시뮬레이션에서 시나리오를 통해 문제 상황으로 반영되며 실제성을 향상시키기 위해서 현실의 맥락을 고려한 사건의 시나리오 구성이 필요하다. 실제성을 지닌 시나리오에서 사용자는 실제 상황에서의 인지적 경험이 이루어질 수 있기 때문이다(박성익, 임철일, 이재경, 최정임, 2010; 임철일, 2012). 현실에서 발생하는 사건과 행동에 대한 이야기로서 시나리오 구성은 가상현실 테크놀로지의 활용을 통해 보다 안전하고 생생한 환경에서 경험을 가능하게 한다.

맥락적 시나리오를 구성하기 위해 설계자는 사용자의 특성을 분석하여 어떠한 상황에서 어려움을 지니고 있는지에 대한 파악과 사용자가 어떠한 측면을 필요로 하는지 확인 및 분석하여 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 달성하고자 하는 목표 설정 등을 수행할 필요가 있다. 또한, 현실에서 직면 가능한 상황에서 나타나는 구체적 사건의 반영을 통해 실제성 향상이 이루어질 수 있을 것이다. 제대로 설계된 맥락적 시

나리오를 사용자들에게 구체적인 활동을 안내함으로써 효과적인 목적 혹은 목표 달성이 가능하게 한다. 사용자가 특정 역할을 통해 문제 해결 등의 구체적 활동을 수행함으로써 지식의 효과적 습득과 적용을 통해 체화가 이루어질 수 있다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 교육 및 훈련이 실제 현장에서의 전이를 야기할 것이다.

둘째, 시뮬레이션의 활동을 유도 및 안내하는 행위 유발성 요소이다. 앞서 설명한 맥락적 시나리오는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 활동 배경 혹은 기제라고 볼 수 있으며 시뮬레이션 행위 유발성은 실제 사건이나 상황 및 활동이 이루어지는 장으로서 환경적 측면에서 수행의 유도를 강조한 요소이다. 사용자가 특정 목표를 달성하기 위해서는 교육적 기능을 수행하는 환경의 효과적인 설계를 통해 행위를 유발할 수 있기 때문이다(황윤자, 안미리, 2014; Kischner et al., 2004; Norman, 1988).

일반적으로 가상현실은 현실에서의 특수한 환경이나 공간을 가상 환경에 모방 및 재현하여 사용자에게 학습 경험을 제공한다(Mantovani et al., 2003). 구성된 환경에서 사용자들은 자신의 활동을 주도하는 적극적이고 능동적인 주체로서 시뮬레이션을 포함한 다양한 활동을 수행한다(이길행 외, 2018). 이 과정에서 사용자가 자칫 잘못을 저지르는 경우 어떠한 접근을 해야 하는지 혼란과 혼동이 올 수 있으며 더 나아가 잘못된 개념과 기술을 습득할 수 있다. 효과적인 시뮬레이션 활동이 이루어지기 위해서는 현실적인 상황 및 대상의 표상뿐만 아니라 유의미한 학습이 이루어질 수 있도록 환경에서 활동을 안내하는 지원적 접근이 필요하다(Dalgarno & Lee, 2010). 따라서 실제적인 활동이 보다 효과적으로 이루어지기 위해서는 이에 대한 정보를 제공하거나 안내가 이루어져야 한다. 시뮬레이션 행위를 유발하는 접근을 통해 사용자는 보다 효과적인 활동을 수행할 수 있다.

셋째, 실제적 활동 및 반응 요소이다. 이 요소는 교육용 시뮬레이션에서의 사용자 활동과 반응이 가상현실의 테크놀로지를 활용하여 보다 입체적이며 실제적으로 접근이 이루어질 수 있다는 점을 반영한 것이다(류

인영, 안은영, 김재원, 2009; 최동연, 김민정, 2018; Hsu, Tseng, & Kang, 2018; Makransky & lilleholt, 2018). 주어진 사건이나 상황에서 문제를 효과적으로 해결하기 위해 다양한 측면에서 접근이 가능한 설계, 실제와 유사한 물체의 직접적인 조작, 아바타 등을 포함한 객체와의 상호작용 등이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 가능하다. 이는 가상현실 테크놀로지 활용이 실제 세계의 현실적인 구현이 가능함에 따라 효과적인 설계 및 개발이 이루어지는 경우 사용자는 실제 세계에서와 같은 사건 혹은 상황에 대해 유사하게 경험할 수 있기 때문이다(Durlach, Allen, Darken, Garnett, Loomis, Templeman, & von Wiegand, 2000). 이상의 사용자의 실제적인 활동과 함께 이에 대한 반응을 고려해야 한다. 사용자의 행동에 대한 상호작용으로서 나타나는 가상현실 테크놀로지의 반응은 인지적인 측면에서 지식 혹은 기술의 정확한 습득에 도움을 줄 수 있기 때문이다. 특히, 사용자의 활동에 대한 반응은 어떠한 측면에서 부적절한 활동을 하였는지에 대한 피드백 제공을 고려해 볼 수 있으며 특정 사건이나 문제에 대해 사고 유발을 촉진할 수 있는 전략 등이 활용 가능하다(임철일, 2012; Johnson, Bailey, Van Buskirk, 2017; Wang, 2012). 실제적인 활동과 반응의 효과적인 설계를 통해 사용자는 보다 능동적이고 주도적인 활동을 가능하게 하며 실제적 학습이 이루어질 수 있다.

나. 설계원리 및 지침

최종적으로 도출된 설계원리와 이에 포함되는 설계 지침을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

<표 IV-53> 최종 설계원리 및 지침

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
탐색	맥락적 시나리오	1. 현실 문제 부합성 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 인위적인 문제가 아닌 현실에서 발생하는 문제의 성격과 중요성을 반영해야 한다.	
		1.1. 현실에서 어떠한 문제가 발생하는지를 탐색하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 현장 방문을 통한 관찰 혹은 현장 전문가 면담을 실시함 현장의 특성을 확인할 수 있는 자료를 탐색하여 문제를 확인함
		1.2. 문제가 중요성을 지니고 다양한 접근이나 선택 활동이 가능한지를 파악한 후 사용자가 달성해야 할 목표가 무엇인지를 확인하라	
분석 및 선정	맥락적 시나리오	해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 문제가 발생하는 빈도, 전문가 면담을 통해 중요도를 확인함 다양한 선택이 이루어질 수 있는 문제 혹은 상황인지 확인함 문제를 기반으로 사용자가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 달성해야 할 목표가 무엇인지를 확인함
		2. 가상현실 기술 적합성 원리 : 다양한 테크놀로지 중 가상현실을 활용하여 교육용 시뮬레이션을 설계 및 개발해야 하는 필요성과 목적이 적합한지를 판단해야 한다.	
		2.1. 문제가 발생하는 원인이 무엇인지를 구체적으로 분석하여 이를 시각적으로 나타내라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 원인 분석 후 다이어그램으로 제시함 ✓ Cause Root Diagram 혹은 Fishbone Diagram 활용
		2.2. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 사용할 대상자에 대한 특성(대상 범위, 대상자가 인식하는 어려움, 도달하고자 하는 목표에 대한 필요 수준)을 확인하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 예상 대상자 면담을 실시함 설문을 통한 목표에 대한 필요수준과 수행수준의 차이를 확인함

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침
		2.3. 달성 목표와 대상자에 적합한 교육용 시뮬레이션 유형을 선정하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> 교육용 시뮬레이션 유형별 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 절차적 시뮬레이션 : 특정 절차나 의사결정 순서에 대한 학습(예 : 비행기 조종, 자동차 운전 훈련) ✓ 상황적 시뮬레이션 : 태도나 행동 변화를 위한 역할 경험 및 학습(예 : 교사와 학생 간의 의사소통) ✓ 물리적 시뮬레이션 : 구체적인 물체 혹은 물리적 대상에 대해 조작하는 방법에 대한 학습(예 : 의학 수술 도구 사용) ✓ 과정적 시뮬레이션 : 여러 변인의 결정을 통해 나타나는 현상에 대한 관찰, 해석에 대한 학습(예 : 수요 및 공급의 법칙)
		2.4. 분석 내용을 종합하여 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 설계 개요도를 작성하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> 달성 목표, 대상, 설계 및 개발의 필요성, 구현 방향을 종합한 설계 개요도를 작성함 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 구현 방향에는 지식의 유형, 복잡성 수준, 중점적으로 고려해야 하는 요소, 사실성 수준, 감각적 요소의 활용 범위 등이 포함될 수 있음
		2.5. 도출된 속성이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 활용 목적과 설계 및 개발에 적합한지 판단하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> 가상현실 활용의 목적에 대한 적합성 판단 기준 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 실제 현장에서 위험성을 지니거나 시·공간의 제약으로 현실에서 경험하거나 훈련하기 어려운 경우 ✓ 가상의 안전한 환경에서 반복 연습이 필요한 경우 ✓ 가상의 시뮬레이션 활동을 통해 추상적인 개념을 구체적으로 습득해야 하는 경우

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
			<ul style="list-style-type: none"> 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 적합성 판단 기준 : 문제 선정 및 목표 설정의 적절성, 내용의 적절성, 대상의 적절성, 설계 및 개발 적절성 전반
		2.6. 최적화된 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 구현을 위해 목적, 시뮬레이션 유형에 어떠한 개발 도구나 프로그램이 적합한지 확인하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 특성에 적합한 가상현실 개발 프로그램 확인함 ✓ 예 : Unity 3D, iClone, Unreal Engine 등 구현이 이루어질 경우 어떠한 도구가 사용될지 확인함 ✓ 예 : Head Mounted Display, Haptics, 컨트롤러, 움직임 감지를 위한 Kinetics 센서, 스크린, 컨트롤러, 스테레오 헤드폰, 데이터 글로브 등
	시뮬레이션 행위 유발성	3. 현실 환경 유사성 원리 : 현실감 및 사실성 향상이 이루어지도록 현실의 환경 및 객체와 유사하게 구현되어야 한다.	
			3.1. 환경적 배경이 되는 현실 환경이 어떠한 특성을 지니는지를 파악하기 위해 실제 환경을 촬영하거나 주요 대상의 크기를 측정하고 묘사하라
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 실제 현장에 방문하여 사진 혹은 동영상을 촬영함 주요 객체의 모습이 어떠한지를 분석함 인물이 가상현실에 제시되는 경우 크기, 수 등의 파악하고 제스처와 표정을 사실적으로 분석함 물리적 대상이 주가 되는 경우 크기, 수, 색을 사실적으로 분석함

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
		3.2. 현실 환경 및 객체가 지니는 주요 특성이 무엇인지 파악하고 이를 2차원적으로 표상(sketch)하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 공간, 구조 등의 환경적인 측면에서 영향을 미치는 요소 혹은 환경적 분위기를 형성하는 요소가 무엇인지를 확인하고 특성을 작성함 ✓ 공간 특성, 핵심적으로 고려해야 하는 환경 및 객체 요소의 종류와 특성 등 환경적 특성이 드러날 수 있도록 분석한 내용을 기반으로 배경 장면을 2차원적으로 나타냄
		3.3. 현실에서 실제 발생하는 소리가 무엇인지를 확인하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 해당 상황에서 발생하는 배경적 소리 혹은 환경적 소리를 녹음함 ✓ 예 : 교실에서 웅성거리는 소리, 비행기 사고가 발생했을 때 나는 폭발음, 운전 중 급정거를 할 때 나타나는 마찰음 등
점진적 설계 (Macro : 구조)	맥락적 시나리오	4. 구조 계획의 원리 : 활동 내용과 이야기 특성을 고려하여 구조를 계획해야 한다.	
		4.1. 가상현실에서 전개될 시나리오의 요소와 내용을 설계하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 시나리오의 요소 및 내용 : 문제 발생의 내용에 대한 시놉시스(Synopsys), 문제를 유발하는 요소(trigger event), 시뮬레이션 활동에 나타나는 대상이나 객체의 주요 특성 및 역할 등
		4.2. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠가 사용자의 활동에 따라 어떠한 순서로 전개되는지를 나타내는 활동 순서도(전개도)를 설계하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 활동 순서도 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠 시작 단계, 활동 단계, 종료 단계의 주요 화면이 어떻게 이루어지는 나타나는지를 종합한 일종의 순서도 혹은 흐름도(flowchart or screen flowchart)를 의미함

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
점진적 설계 (Meso : 활동)	맥락적 시나리오	5. 전문가 접근 구현의 원리 : 사용자가 궁극적으로 전문가의 지식이나 기술 등을 체화할 수 있도록 전문가의 접근 방법을 반영하여 설계되어야 한다.	
		5.1. 문제에 대해 전문가가 나타내는 적절한 접근 방식과 초보자가 오류를 범할 수 있는 적절하지 않는 방식이 무엇인지를 확인하여 예상되는 행동을 도출하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전문가 및 초보자 대상의 면담을 통해 문제 상황에 대해 적절한 접근 방법과 적절하지 않은 접근 방법이 무엇인지에 대해 확인하여 내용을 도출함
		5.2. 적절하거나 적절하지 않은 행동에 따른 자연적 결과와 설명적 피드백(explanatory feedback) 내용을 설계하라	
	실제적 활동 및 반응	해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 예상 행동 각각에 대한 상이한 자연적 결과 내용을 구성함 ■ 설명적 피드백 : 사용자의 의견이나 판단에 대해 단순히 옳고 그름만을 제시하기보다는 이에 대한 이유나 근거 등을 함께 제시함
		6. 활동 전개 구성 원리 : 개념적 설계를 위해 사용자의 활동 전개에 따른 내용 및 화면을 구성해야 한다.	
		6.1. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 진행 순서에 어떠한 주요 내용과 화면이 포함될지를 구상하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 진행 순서는 일반적으로 시작 단계→활동 단계→종료 단계로 구성될 수 있으며 시작 단계에는 초기 메인 화면, 시뮬레이션 활동 수행에 필요한 기본적인 정보가 제공됨. 활동 단계는 사용자가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 어떠한 활동을 수행하는지에 따라 다양하게 나타날 수 있음. 종료 단계는 전체 피드백을 어떻게 제시할 것인지를 구상할 수 있음 ■ 특히, 활동 단계의 구상을 함에 있어 네 가지 유형의 시뮬레이션 각각에 대해 다음 사항을 참고 가능함

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
			<ul style="list-style-type: none"> ✓ 절차적 시뮬레이션의 경우 절차별로 주요 화면을 구상할 수 있음. 예컨대, 사용자가 운전을 하기 위해 브레이크 밟기, 시동 걸기, 계기판을 통해 차량의 안전 확인, 주차 브레이크 해제, 기어 변속, 가속 페달 밟기 등의 주요 절차가 포함될 수 있음 ✓ 절차가 없는 상황적 시뮬레이션의 경우 사용자의 역할 수행 장면에 따른 주요 화면을 구상할 수 있음. 예컨대, 예비교사로서 의사소통에 대해 훈련하는 경우 문제가 발생하는 장면, 교사로서 대처해야 하는 장면, 적절한 대처를 하였을 경우 나타나는 화면 등이 포함될 수 있음 ✓ 물리적 시뮬레이션의 경우 물체 혹은 물리적 대상의 사용 전과 중, 후에 따른 장면을 구상할 수 있음. 예컨대, 수술을 하기 위해 사용하는 도구가 다양하게 비치되어 있는 장면, 도구를 활용하는 장면, 도구를 잘못 선택하는 장면 등이 포함될 수 있음 ✓ 과정적 시뮬레이션의 경우 변인에 대한 선택 화면을 구상할 수 있음. 여러 가지 변인이 제시되는 화면, 변인을 선택하여 입력하는 화면, 입력에 따른 결과가 제시되는 화면 등이 포함될 수 있음
		6.2. 시뮬레이션 활동 진행에 따라 주요 내용을 포함한 스토리보드를 설계하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 스토리보드에는 화면 명, 내용 설명, 화면 설명, 내용에 해당되는 그림, 지원 요소 및 전략 내용이 포함됨 ✓ 단, 지원 요소 및 전략은 기능(Micro) 설계 단계에서 추가됨

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
점진적 설계 (Micro : 기능)	실제적 활동 및 반응	7. 단순-복잡의 진행 원리 : 활동이 순차적이고 체계적으로 이루어지도록 단순(단계별 훈련)에서 복잡(실전형 훈련)의 순서로 진행되게 설계되어야 한다.	
		7.1. (도입 단계) 단순한 형태에서 복잡한 형태로 접근이 가능하도록 크게 단계별 훈련과 실전 훈련 형태로 구분하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 단계별 훈련에서는 활동 단위별로 세분화하여 순차적으로 훈련이 이루어지도록 함 ■ 실전형 훈련에서는 지식 혹은 기술 전체에 대한 연관성을 확인할 수 있도록 고난이도의 과제에 대한 활동이 이루어지게 함 ✓ 다양성을 포함하는 높은 수준의 난이도를 지닌 새로운 문제나 상황을 제시함. 단, 단계별 훈련을 통해 시뮬레이션 활동이 이루어진 내용과 상호 호환이 가능해야 함
		7.2. (활동 단계) 단계별 훈련형태에서는 시뮬레이션 활동에 직·간접적으로 도움을 줄 수 있는 지원 요소를 모두 제공하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가상현실에서 사용자가 시뮬레이션 진행 상황을 확인할 수 있는 정보, 방향성에 대한 안내뿐만 아니라 시뮬레이션 활동에 직접적으로 도움을 줄 수 있는 단서, 힌트 등의 요소를 모두 제공함
		7.3. (활동 단계) 실전형 훈련에서는 사용자가 시뮬레이션 활동 진행 상황만을 확인할 수 있도록 지원 요소를 최소한으로 제공하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가상현실에서 시뮬레이션 활동에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 요소로 단서, 힌트, 방향성에 대한 안내는 제공하지 않음. 이 외, 사용자가 가상현실에 존재하고 있음을 인식하도록 하는 가상의 손, 시뮬레이션 활동 진행 상황을 확인할 수 있도록 함

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
	시뮬레이션 행위 유발성	8. 가상 인식의 원리 : 가상현실에서 사용자가 존재하고 있음을 인식하고 활동 방향을 확인하도록 설계되어야 한다.	
		8.1. (활동 단계) 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부를 나타나게 하라	
		해설 혹은 예시	▪ 화면 하단에 가상의 손을 제시하여 사용자가 가상현실에서 존재하여 시뮬레이션 활동을 수행하고 있음을 인식하게 함
		8.2. (활동 단계) 구체적인 방향성을 안내하는 표시를 다양하게 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라	
		해설 혹은 예시	▪ 방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓, 깜빡이며 강조하는 모습 등이 활용될 수 있음
	실제적 활동 및 반응	9. 조작 및 선택의 현실성 원리 : 사용자가 실제와 동일한 탐색, 조작 및 선택 등의 활동이 가능하도록 설계되어야 한다.	
		9.1. (활동 단계) 가상현실에서 사용자가 다양한 측면에서 접근하여 탐색하거나 조작하게 하라	
		해설 혹은 예시	▪ 절차적 시뮬레이션의 예 : 주행 전 주차 브레이크를 풀지 않은 상태에서 핸들을 움직이는 경우에는 핸들이 움직이지 않으며, 주차 브레이크를 푼 상태에서 핸들을 움직이는 경우 작동하도록 함 ▪ 상황적 시뮬레이션의 예 : 한 학생의 표정이 점차 일그러지는 상황에서 교사가 이에 대한 원인이 무엇인지를 파악하기 위해 옆 동료에게 물어볼 수 있도록 함 ▪ 물리적 시뮬레이션의 예 : 충치 치료를 위해 여러 가지 도구를 직접 사용해 볼 수 있도록 함 ▪ 과정적 시뮬레이션의 예 : 공급이 초과된 상태에서 물가 변수를 직접 조작해 볼 수 있도록 함

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
		9.2. (활동 단계) 사용자의 시뮬레이션 조작 및 선택 등의 활동과 관련있는 현실적인 음성 소리(배경 소리, 효과음 등)를 제시하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 분석 단계에서 확인된 배경의 음성적 정보, 효과음을 각 활동에 적합하게 제시함
		9.3. (활동 단계) 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 4가지 이상의 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대안 혹은 도구 종류 등의 선택 시 옵션을 4가지 이상 제시함 ▪ 변수 입력의 경우 별도의 대안 제시 없이 사용자가 직접 변수를 입력하게 함
		9.4. (활동 단계) 가상현실에서 시뮬레이션 활동에 따라 상이한 결과가 나타나게 하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 적절한 활동이나 조작, 변수 입력 등을 하였을 경우와 그렇지 않았을 경우 상이한 결과를 제시함
	시뮬레이션 행위 유발성	10. 정보 제공의 원리 : 사용자의 시뮬레이션 활동 수행에 대한 정보 제공을 통해 활동 촉진이 이루어지도록 설계되어야 한다.	
		10.1. (도입 단계) 학습 내용 및 시뮬레이션 활동 수행에 요구되는 정보를 제공하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 학습 내용과 관련 있는 용어, 사용법, 주의 사항, 활동에 사용할 수 있는 주요 자원, 전개 방식, 시간 제한, 규칙 등
		10.2. (도입 단계) 문제 상황에 대한 이해를 높이기 위한 배경 정보를 짧은 영상 혹은 이미지와 나레이션으로 구성된 형태로 개발하여 제시하고 사용자의 역할을 안내하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1분 내외의 이미지와 나레이션으로 구성된 배경 제시 자료를 개발하거나 현실에서 문제가 발생하는 장면을 영상으로 구성하여 제시함 ▪ 배경 정보(시나리오) 제시 후 사용자가 어떠한 시뮬레이션 활동을 수행하는지에 대해 안내함

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침
		10.3. (활동 단계) 시뮬레이션 활동에 도움이 될 수 있는 단서나 힌트를 확인할 수 있도록 하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 활동 수행에 도움을 줄 수 있는 정보를 제공하는 대상 혹은 물체를 제시하고, 사용자가 이를 접촉 혹은 접근하였을 때 관련 정보를 축약된 텍스트와 음성으로 함께 제공하라 ✓ 절차적 시뮬레이션의 예 : 사용자가 운전을 하기 위한 준비 단계에서 확인해야 하는 계기판에서의 정보 ✓ 상황적 시뮬레이션의 예 : 의사소통을 하는 상황에서 개별 학생의 특성 ✓ 물리적 시뮬레이션의 예 : 수술 도구 종류별 정보 ✓ 과정적 시뮬레이션의 예 : 수요 공급의 법칙에 영향을 미치는 물가, 가격 변인의 의미
		10.4. (활동 단계) 사용자가 수행해야 하는 시뮬레이션 활동이 고려해야 할 요소나 절차의 복잡성을 지니는 경우 내용을 확인할 수 있도록 하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 화면 우측 상단에 전체 절차 중 현재 수행하고 있는 절차가 무엇인지를 별도의 색으로 나타냄 ■ 화면 하단에 선택한 변인 외 다른 추가적인 요소를 고려해야 하는 경우 빨간색으로 표시되거나 깜빡이게 표시함
		10.5. (활동 단계) 시뮬레이션 활동 과정이 어떻게 이루어지고 있는지를 확인하기 위해 과정 정보를 이미지와 음성 형태로 제공하여 확인할 수 있도록 하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 활동 과정이 어떻게 이루어지고 있는지를 확인하는 지원 도구(도움말 혹은 학습맵)를 별도로 제시함 ■ 가상현실 내 시뮬레이션 활동 중 왼쪽 손목을 두 번 두드리는 경우 현재 진행 상황에 대한 주요 정보가 요약되어 화면에 나타남

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침	
	실제적 활동 및 반응	11. 사고 촉진의 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계는 사용자가 시뮬레이션 활동 목표가 무엇이며 왜 중요한지에 대한 사고 과정이 이루어지도록 고려해야 한다.	
		11.1. (도입 단계) 사용자가 수행해야 하는 주요 활동과 목표를 제시하여 사전 브리핑(prebriefing)이 이루어질 수 있도록 하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 가상현실에서 사용자의 시뮬레이션 활동이 수행되기 전에 수행해야 할 활동이 무엇인지를 제시하고 활동을 안내하여 달성하고자 하는 목표가 무엇인지를 생각하게 함
		11.2. (도입 단계) 시뮬레이션 활동이 이루어지기 전에 주어진 상황에서 사용자가 어떠한 행동을 수행해야 하는지에 대해 사고할 수 있도록 질문을 제시하라	
		해설 혹은 예시	<ul style="list-style-type: none"> 절차적 시뮬레이션의 예 : 안전 운전을 하기 위해 운전자는 어떠한 절차를 따라야 할까요? 상황적 시뮬레이션의 예 : 학생이 잘못된 대답을 하였을 경우 교사는 효과적인 의사소통을 하기 위해 어떠한 태도와 말을 해야 할까요? 물리적 시뮬레이션의 예 : 충치를 치료하기 위해 석션(suction), 익스카베이터(excarbator), 마우스 개그(mouth gag) 중 어떠한 도구를 선택해야 하고 어느 정도 힘으로 다루어야 할까요? 과정적 시뮬레이션의 예 : 공급이 초과된 상태에서 수요 공급의 균형을 맞추기 위해 어떠한 변인을 어느 정도 수준으로 조절해야 할까요?

설계 단계	구성요소	설계원리 및 지침
	실제적 활동 및 반응	12. 반성적 성찰의 원리 : 가상현실에서의 시뮬레이션 활동에 대해 사용자가 반성 혹은 숙고하도록 설계되어야 한다.
		12.1. (활동 단계) 활동에 대한 설명적 피드백과 결과 발생의 원인을 제공하여 잘못된 점을 인식하게 하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 활동 수행에 대한 설명적 피드백은 적절한 시뮬레이션 활동을 한 경우, 적절하지 않은 시뮬레이션 활동을 한 경우 모두 제공함 ■ 피드백은 왜 이러한 결과가 제시되었는지에 대한 원인이나 이유를 포함한 설명적 피드백의 형태로 제공함 ■ 잘못된 시뮬레이션 활동이 이루어진 경우, 피드백 제공 후 잘못된 점이 무엇인지를 다시 생각해 볼 수 있게 질문을 제시함
		12.2. (활동 단계) 시뮬레이션 활동을 적절하게 수행하지 않았을 경우 화면 색을 변경하여 다시 활동이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 잘못된 시뮬레이션 활동을 수행한 경우 화면의 색을 어둡거나 흐려지게 한 후 재선택, 변수의 재입력, 절차의 재적용 기회를 제공함
		12.3. (종료 단계) 가상현실에서 시뮬레이션이 종료된 후에는 디브리핑(debriefing) 결과와 시뮬레이션 활동에 대한 종합 피드백을 제공하라
		<div>해설 혹은 예시</div> <ul style="list-style-type: none"> ■ 단계별 훈련에서 각각에 대한 시뮬레이션 활동이 종료된 후에 단계별 활동에 대한 종합 결과(목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등)와 피드백 내용을 제공함 ■ 실전형 훈련까지 모두 종료된 후에 각 단계별 디브리핑 결과를 정리하여 제시하고 종합적인 수준의 피드백 내용을 제공함

각 원리별 주요 내용을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

① 현실 문제 부합성의 원리

가상현실을 기반으로 한 교육용 시뮬레이션은 사용자를 위험에 노출시키지 않고 실제 생활이나 현장을 반영하는 가상의 환경에서 활동이 이루어진다. 여기서 현장을 반영하는 특성은 다루고자 하는 문제의 성격 측면에서도 현실성을 지녀야 한다는 점을 내포한다. 즉, 특정 상황이나 사건이 지니는 맥락적 요소가 반영되어야 한다는 것이다. 실제의 맥락적 요소가 반영된 문제는 사용자에게 해당 맥락에 적합한 인지적 구조와 스키마를 형성할 수 있으며 궁극적으로 학습을 통해 습득한 지식이 실제 현장으로의 전이를 촉진할 수 있다(Jonassen & Strobel, 2006; Woo & Reeves, 2007). 특히, 현실에서의 문제는 실제적 학습을 가능하게 하므로 중요하다. 사용자는 실제 현장에서 발생한 문제를 기반으로 구현된 가상 현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 현실 문제를 해결할 수 있는 지식과 기술을 학습하게 된다. 실제적인 학습은 현실을 반영하는 상황에서 개념적 지식을 문맥적으로 발전시킬 수 있을 때 나타난다(Herrington & Herrington, 2006; Scavone et al., 2010). 맥락적 요소가 반영된 실제 문제와 주제가 콘텐츠로 반영될 때 실제적이고 유의미한 학습이 이루어질 수 있는 것이다(Fisher, 2006; Harder, 2009).

현실 문제 부합성 원리는 이상의 중요성을 반영하여 인위적인 문제가 아닌 현실적 맥락을 반영한 문제의 중요성과 성격을 반영하고 있어야 한다는 것을 의미한다. 현실에서 발생하는 문제와 주제의 반영은 특정 상황이나 사건에 대한 맥락 특수적인 지식 및 기술 획득과 체화를 가능하게 한다. 따라서 실제 문제가 나타나는 상황이나 현장을 확인하여 어떠한 문제가 발생하는지를 탐색해야 하고 현실 문제에 부합하는지에 대한 고려가 이루어져야 한다.

② 가상현실 기술 적합성의 원리

가상현실 기술 적합성의 원리는 다양한 테크놀로지 중에 가상현실을

활용해야 하는 활용 목적과 교육용 시뮬레이션을 가상현실로 설계함에 있어 적합한지를 판단하는 것이다. 가상현실은 무엇보다 사용자의 학습 경험을 확장시켜 준다는 점에서 의의를 지닌다. 즉, 현실에서 접근하거나 훈련하기 어려운 경우, 가상의 안전한 환경에서 반복적인 연습이 필요한 경우 등에 유용하게 활용할 수 있다(Freina & Ott, 2015; Elliman & Loizides, 2016).

현실적인 제약으로 인하여 실제적인 훈련이나 연습을 하지 못하였던 한계점을 극복할 수 있는 방안 혹은 테크놀로지로서 가상현실은 독특한 특성 혹은 어포던스를 지닌다고 볼 수 있다. 이는 가상현실이 다른 테크놀로지가 구별되는 상이한 어포던스 혹은 특성으로서 가상현실을 활용해야 하는 중요한 판단 기준이 된다. 따라서 왜 가상현실을 활용해야 하는지, 그리고 분석된 결과가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 및 개발함에 있어 적합한지에 대한 여부를 확인하는 가상현실 기술 적합성의 원리는 중요성을 지닌다.

③ 현실 환경 유사성의 원리

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자가 실제에서 훈련하기 어려운 경우 혹은 접근하기 어렵거나 위험성이 많은 경우 가상의 환경에서 연습을 할 수 있는 기회를 제공한다. 현실과 유사한 상태에서 안전한 교육 및 훈련이 이루어지기 위해서는 무엇보다 환경적인 측면에서 현실적 유사성을 반영해야 한다. 즉, 현실 환경이 어떠한 지에 대한 분석을 실시하여 설계 및 개발 과정에 반영해야 한다. 현실 환경 유사성의 원리는 실제 맥락의 환경적인 특성을 가상현실에 반영함에 있어 현실과 유사하게 고려되어야 한다는 것을 의미한다. 현실감을 지닌 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션 구현은 마치 실제 환경에서 문제를 해결하거나 수행 활동이 이루어지는 인식을 사용자에게 제공하기 때문이다(차주환, 하솔, 2018; Sacks, Perlman, & Barak, 2013).

특히, 실제 환경이나 장면에서의 현실성 반영은 사용자가 가상의 환경에 존재하고 있지만 마치 실제 환경에 존재하고 있다는 인식을 줄 수

있는 요소로 중요하다. 환경이 지닌 분위기, 모습, 구조 등의 요소들을 잘못 구현하는 경우 현실에 대한 왜곡이 발생할 수 있는 것이다 (Andersen et al., 2016; Shapiro & Kim, 2012). 이를 위해 환경, 인물 혹은 객체 등 환경적 요소에 영향을 미칠 수 있는 요소들의 실제적 분석이 이루어져야 한다. 크기, 수 등의 현실적인 특성을 고려해야 하며 인물이 존재하는 경우 제스처와 표정의 묘사를 통한 반영이 이루어져야 한다 (Fowler, 2014). 외적의 환경적 모습뿐만 아니라 특정 문제가 나타나는 현실 상황의 배경적 소리는 사용자에게 상황에 대한 현실감을 보다 향상시킬 수 있으므로 이에 대한 확인도 이루어져야 한다 (Serafin & Serafin, 2004).

기존 컴퓨터 기반 교육용 시뮬레이션 설계에 대한 주요 연구들이 복잡성 선택과 내용적인 측면에서 가장 현실적인 기저모델의 복잡성을 고려해야 한다는 중요성 (임철일, 2012; Reigeluth & Schwartz, 1989)을 중점적으로 강조하고 있다. 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션은 이상의 중요성에 더하여 실제 환경과 객체 측면에서 현실성 또한 중요하게 고려해야 한다. 실제 환경의 표상을 기반으로 실제와 유사한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 구현된다면 사용자가 학습한 내용으로서 사고와 행동 등이 실제에서도 동일하게 나타날 것이다.

④ 구조 계획의 원리

이상의 분석적 활동이 모두 이루어진 후에는 실제적인 설계 과정이 이루어진다. 이를 위해 우선적으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 구조를 어떻게 형성할 것인지에 대한 접근이 이루어져 거시적인 틀을 설계해야 한다. 구조는 설계의 전체 내용과 운영 모델로서 중요성을 지닌다. 이는 디지털 환경에서 시뮬레이션 콘텐츠 설계 등을 수행함에 있어 전체 내용과 운영의 틀로서 역할을 하기 때문이다 (Becker & Packer, 2012). 구조 계획의 원리는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 활동을 위한 시나리오와 콘텐츠가 어떻게 진행될 것인지에 대한 구조도를 설계하는 것을 의미한다. 거시적인 측면에서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이

션 콘텐츠의 운영 방향과 내용적 시나리오에 대한 설계를 통해 어떠한 이야기 속에서 콘텐츠가 어떠한 순서로 진행될 것인지를 도출해야 한다.

⑤ 전문가 접근 구현의 원리

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 실제 환경이나 현장에서의 교육 및 훈련을 위한 대안 중 하나로 실제 문제 혹은 상황과 이상의 구조 계획의 원리를 통해 도출된 전체 내용의 시나리오를 활용하여 지식 및 기술을 향상시키는 목적을 지닌다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 활용을 통해 사용자는 해당 분야나 영역에서 요구하는 핵심적인 능력에 대한 학습이 이루어져야 한다. 각 영역에서 적합한 지식 및 기술의 획득은 실제 프로세스나 절차, 사고 등을 기반으로 한 접근 방법에 대한 모델링을 통해 이루어질 수 있다(Paige & Daley, 2009; Woolley & Jarvis, 2007). 이에 대한 중요성을 고려하여 의학 계열에서는 표준화 환자를 활용하는 접근이 이루어지고 있다. 예컨대, 간호대학 학습자가 임상 현장에서 접하게 되는 환자와의 의사소통이나 술기에 대한 역량을 지닐 수 있도록 표준화 환자를 대상으로 일종의 역할 연기(role-playing) 실습을 통해 어떠한 점에서 전문가가 생각하는 사고와 행동에서 차이가 있는지를 확인한다(서은영, 2012). 이를 통해 학습자는 획득한 지식이나 기술에 대한 적응력을 향상시켜 점차 전문가와 사고와 행동과 유사하게 나타나게 되는 것이다.

전문가 접근 구현의 원리는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 사용자가 획득해야 할 지식 혹은 기술의 표준화를 위해 전문가의 사고와 행동을 반영하여 구현함으로써 사용자가 전문가의 접근 방법, 사고 등을 습득해야 한다는 점을 강조한 것이다. 이를 반영한 가상현실은 사용자가 교육용 시뮬레이션에서 활동을 수행함에 있어 실제성과 전문성을 모두 향상시킬 수 있다. 전문가의 사고와 행동을 표준화하여 반영함으로써 사용자는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 교육 및 훈련을 통해 전문가와 유사한 사고 혹은 행동이 나타날 수 있기 때문이다(Goos & Moni, 2001; Kovalchuk, Smirnov, Kosukhin, & Boukhanovsky, 2012;

Lamé, & Simmons, 2018).

⑥ 활동 전개의 구성 원리

가상현실 콘텐츠에서 사용자는 다양한 시뮬레이션 활동을 수행할 수 있다. 특히, 네 가지 유형의 시뮬레이션 형태별(물리적, 절차적, 과정적, 상황적)로 학습이 보다 실제적으로 이루어진다. 사용자의 시뮬레이션 활동에 따른 가상현실 콘텐츠를 개발하기 위해서는 콘텐츠 세부 내용에 대한 작동 모델로서 스토리보드를 설계해야 한다. 활동 전개의 구성 원리는 주요 장면의 특성(예, 절차, 상황 등)과 콘텐츠에서의 사용자 활동 시퀀스(sequence) 등을 고려하여 주요 장면을 화면 형태로 개념적 설계 및 개발하는 것을 의미한다.

특히, 스토리보드는 각 장면이나 화면에 대한 설명과 어떠한 내용이나 전략 등이 제시될 것인지에 대한 일종의 정리 문서로서 가상현실을 활용한 시뮬레이션을 설계함에 있어 어떠한 활동이 전개될 것인가를 구성하는데 효과적으로 접근할 수 있는 방안이다(Farra, Miller, Hodgson, Cosgrove, Brady, Gneuhs, & Baute, 2016). 사용자의 다양한 활동이 이루어질 수 있음을 고려하여 활동이 전개되는 주요 장면이나 순서에 따른 접근을 통해 효과적인 구성과 설계가 이루어질 수 있다(Farra et al., 2016; Permana et al., 2019).

⑦ 단순-복잡의 진행 원리

학습의 효과를 향상시키기 위한 방안 중 하나로 사용자의 수준을 고려하여 점차 복잡한 수준으로 내용을 구성하거나 구조 설계를 통한 운영을 고려해 볼 수 있다. 즉, 숙련도가 점차 높아지는 방향으로 설계할 필요가 있다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션과 같이 사건이나 문제 해결에 있어 다양한 요소들이 복합적으로 서로 연계되어 있어 종합적으로 고려하여 활동을 수행해야 하는 경우 단순한 형태에서 복잡한 형태로 진행이 가능한 접근은 효과적인 지식 획득과 적용을 가능하게 한다(Mayer, 2014; van Merriënboer, Kester, & Paas, 2006).

이상의 접근은 효과적인 학습을 위한 교수설계 이론이나 모형 측면에서도 그 중요성을 확인해 볼 수 있다. 정교화 이론(Elaboration Theory)의 가장 기본적인 접근 중 하나는 학습 과제의 내용이나 구조가 간단한 형태에서 점차 복잡한 수준으로 나아가는 것이다(Reigeluth & Stein, 1983). 이는 사용자가 최종 단계에서 획득한 지식에 대한 적용이 이루어지는데 도움을 제공할 수 있다. 또한, van Merriënboer와 Kirschner(2017)의 4C/ID 모형에서는 인간의 정신 모델을 고려하여 단순한 형태에서 복잡한 구조의 접근을 강조한다. 순차적인 접근을 통해 사용자는 궁극적으로 단서나 도움 등의 지원이 없이 자신의 정신 모델을 구축하게 될 수 있다. 이는 지식이나 경험이 미흡한 초보자에게 도움을 줄 수 있다. 초보자는 한정된 선수 지식과 경험을 지니므로 제한된 학습 스키마를 지니고 있는데 다양한 정보들이 한꺼번에 많이 제공되거나 처음부터 여러 요소들을 동시 다발적으로 고려하여 수행해야 하는 경우에 인지 부하로 인하여 혼란을 줄 수 있기 때문이다(van Merriënboer & Sweller, 2010). 단계별 접근의 설계가 이루어지지 않는 경우 초심자가 무엇을 제대로 학습하였는지 확인하기 어렵다(LaRochelle et al., 2012). 따라서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 내용 및 운영 구성 측면에서 단순-복잡의 진행 원리의 적용을 통해 이를 단계별 훈련, 실전 훈련 등의 형태로 구분할 필요가 있다. 단계별 훈련이 이루어지는 경우에는 사용자의 시뮬레이션 활동에 도움이 될 수 있는 힌트나 단서 등의 안내 혹은 스케폴딩을 다양하게 제공하여 사용자가 이를 활용함에 있어 선택권을 제공할 필요가 있다. 실전형 훈련 형태에서는 시뮬레이션 활동에 직접적인 도움을 제공하는 정보나 단서를 제공하기 보다는 사용자가 시뮬레이션 활동을 점검할 수 있는 형태의 정보를 최소화하여 제공하는 것이 효과적이다. 궁극적으로 사용자는 점차 숙련된 전문가로서 역할을 수행하여 독립적으로 해당 지식 및 기술의 적용을 가능하게 한다.

⑧ 가상 인식의 원리

가상현실은 컴퓨터를 활용하여 3차원의 공간 속에서 상호 작용 구현

이 가능한 환경 혹은 기술을 활용하여 몰입감 향상이 가능하다. 한편, 사용자가 가상현실 속에 존재하고 있는지에 대한 혼란을 인식하거나 메스꺼움, 어지러움 등의 불편함을 지닐 수도 있다. 이상의 부작용은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 활동을 방해하는 요소이다. 이를 보완하고자 기술적인 측면에서 생체신호에 대한 모니터링을 통한 경고를 제공하는 시스템 활용(김영운 외, 2002), 감각기관에 미세전류 제공을 통한 완화(Cevette et al., 2012) 등의 접근이 이루어지고 있다. 하지만 이는 추가적인 기술이나 시스템의 적용을 통해 사용자가 가상현실에서의 활동을 통해 나타나는 어지러움 등의 부작용을 감소시킬 수 있는 방안이다. 보다 콘텐츠 내에서 사용자가 존재하고 있음을 인식해 줄 수 있도록 설계할 필요가 있다.

가상 인식의 원리는 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 점을 인식함과 동시에 시뮬레이션 활동을 수행 함에 있어 네비게이션 등의 방향성을 안내하여 가상에 존재하고 있음을 인식하게 하는 것이다. 가상현실에서 시각적 요소의 활용은 사용자가 가상현실에서 인식하고 있음을 향상시켜 줄 수 있는 접근이다(Chen & Tech, 2013; Chen & Wan, 2008). 가상현실 콘텐츠 설계 측면에서 사이버 멀미, 주의 분산 등의 부작용을 해소할 수 있는 방안으로 가상의 손을 구현하는 접근은 가상현실에서 사용자가 현실과 동일하게 실제 자신의 손을 이용하여 직접적인 시뮬레이션 활동을 수행하고 있다는 인식을 높이는데 도움을 준다(전찬규 외, 2017). 또한, 사용자가 수행해야 하는 활동에 대한 방향이나 절차 등에 있어서 혼란을 방지할 수 있도록 콘텐츠 내 시각적인 표적으로 화살표 등을 제시하는 것은 방향 감각 상실을 해소하여 활동에 집중할 수 있다(송은지, 정아름, 2017; Darken & Peterson, 2014). 가상 인식의 원리를 고려하여 사용자가 가상현실에 존재하고 있음을 인식하게 하는 시각적 요소의 설계를 통해 가상에서 시뮬레이션 활동을 수행하는 사용자의 인식 향상이 이루어져야 한다.

⑨ 조작 및 선택의 현실성 원리

무엇보다 교육용 시뮬레이션은 사용자의 수행과 활동을 강조한다. 다양한 활동을 가능하게 하는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자는 실제와 유사하게 다양한 탐색과 조작, 선택이 이루어져야 한다. 이를 통해 사용자는 실제 상황, 물체의 직접적인 조작, 작동 과정 등 실제 현실에서 반응하는 방식과 유사하게 상호 작용을 하여 학습이 이루어질 수 있다(Nikolic, Jaruhar, & Messner, 2011).

조작 및 선택의 현실성 원리는 이상의 가상현실에서의 시뮬레이션 활동이 이루어지는 사용자의 입체적인 탐색과 조작과 대안 선택을 가능하도록 설계하는 것을 의미한다. 사용자는 1인칭 시점에서 직면한 상황의 주인공으로서 실천적인 탐구 활동을 수행해야 한다(백영균, 2010; 이지현 외, 2015). 가상현실에서 주인공으로 역할을 수행하는 사용자는 현실과 동일하게 다양한 의견선택이 가능하거나 다양한 측면에서 활동을 수행하기 위해 접근이 가능하도록 설계되어야 하며 활동 수행 혹은 실제적인 조작, 대안 선택에 따라 상이한 결과를 제시해야 한다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자는 입력 장치를 활용하여 직접적 조작을 통한 구체적 활동을 수행하게 되는데 효과적인 학습이 이루어지기 위해서는 구체적 활동에 따른 결과 혹은 반응이 나타나야 하기 때문이다(Gallagher et al., 2005; Riva, 2006). 또한, 이상의 활동을 수행함에 있어 사용자의 입체적 조작 및 선택에 대한 음성 정보를 제시하여 사실감을 향상시킬 수 있다.

⑩ 정보 제공의 원리

사용자가 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션을 통해 교육 및 훈련을 하는 경우 다양한 혼란에 직면할 수 있다. 예컨대, 해당 상황에서 활용하는 주요 용어를 제대로 알지 못하는 경우 혹은 어떠한 역할을 수행해야 하는지 등을 포함하여 사용자는 시뮬레이션 활동을 수행함에 있어 어려움을 직면할 수 있다. 이는 사용자가 보다 효과적인 활동을 수행하기 위해서 관련 정보를 제공할 필요가 있음을 나타낸다. 특히, 정보의 제공은

활동에 대한 지원 정보와 절차 정보의 측면에서 중요성을 확인해 볼 수 있다(van Merriënboer, Kirschner, Fischer, Hmelo-Silver, Goldman, & Reimann, 2018). 활동에 대한 지원 정보는 학습 과제를 수행하는 사용자의 활동을 지원하는 정보이다. 사용자가 활동 수행을 통해 내용을 습득하는데 도움을 주는 정보로 단서나 힌트의 제공 등이 여기에 포함된다. 이는 학습자의 시뮬레이션 활동에 대한 인지 전략을 개발하는데 도움을 제공한다(Susilo, van Merriënboer, van Dalen, Claramita, & Scherpbier, 2013). 절차 정보는 사용자에게 일종의 사용법과 활동에 대한 안내 정보를 제공한다. 이는 문제 해결 과정에 도움을 줄 수 있는 정보로 별도의 암기 과정이나 심층적인 사고를 필요로 하기 보다는 사용자가 활동 과정에서 기본적으로 알아야 할 정보나 즉각적으로 확인이 필요할 경우 활동에 도움을 줄 수 있다(van Merriënboer, Kirschner, & Kester, 2003).

이상의 정보들은 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션과 같이 다양한 요소들을 종합적으로 고려해야 하는 경우 사용자의 활동에 일종의 따라야할 규칙을 포함하여 안내의 역할을 수행할 수 있으므로 활동에 직·간접적인 영향을 미칠 수 있다(Mayer & Moreno, 2003). 특히, 정보의 제공 방식 측면에서 시각과 청각적 요소를 통합하여 함께 제공하는 경우 효과적인 정보 처리를 가능하게 한다(Clark & Mayer, 2016; Mayer & Moreno, 2003). 요컨대, 문제 상황에 대한 이해와 작동에 도움을 줄 수 있는 설명, 용어, 사용법 등을 시뮬레이션 활동 전에 안내할 필요가 있으며 활동을 함에 있어 초반 도입 부분에서의 상황적 시나리오, 부가적인 정보의 제공, 단서 혹은 힌트, 도움을 줄 수 있는 인지적 지원 도구에 대한 설계가 이루어져야 이를 제공해야 한다.

⑪ 사고 촉진의 원리

가상현실은 기존 이러닝 보다 사용자의 활동과 참여를 기반으로 하므로 능동적인 학습을 가능하게 한다. 하지만 단순히 가상현실에서 시뮬레이션 활동 그 자체로서의 경험을 강조해서는 안된다. 가상현실에서 사용자 혹은 학습자가 수행하는 시뮬레이션 활동은 단순한 경험이나 활동에

서 벗어나 지적 탐구가 이루어질 수 있도록 생각 혹은 사고를 촉진할 필요가 있는 것이다.

특히, 질문은 사고 촉진을 위한 핵심 전략 중 하나이다. 활동이 이루어지기 전에 달성하고자 하는 목표가 무엇이며 사용자가 수행해야 하는 활동의 의미가 무엇인지를 생각하게 하는 질문의 활용은 사용자가 특정 목표를 달성하는데 도움을 주는 절차적인 정보로서의 의미를 넘어 논리적인 사고와 문제 해결에 도움을 줄뿐만 아니라 사용자의 사고를 촉진할 수 있기 때문이다(Darabi, Nelson, & Seel, 2009; van Merriënboer, Kirschner, & Kester, 2003). 사용자가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 특정 문제 해결이나 활동을 수행하는 동안 목표 달성과 활동에 대한 명확한 이해 향상과 수행해야 하는 활동의 의미가 무엇인지에 대한 심층적 사고를 가능하게 한다.

⑫ 반성적 성찰의 원리

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자는 활동을 통해 인지, 정의, 신체적 측면에서 관련 지식이나 기술을 획득하게 된다. 가상현실은 시뮬레이션 활동이 보다 적극적으로 이루어질 수 있는 학습 환경으로서 비판적 사고, 의사 결정 및 판단을 수행 할 수 있는 기회를 제공한다(Jeffries, 2005). 하지만 기회 제공의 수준을 벗어나 심층적인 학습이 이루어지기 위해서는 사용자가 자신의 비판적 사고, 의사 결정 및 판단이 제대로 이루어졌는지를 확인해야 한다. 이는 초보자에서 전문가로 나아가감에 있어 전문성 개발의 중요한 방안 중 하나이다. 따라서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동, 학습이 이루어진 후 사용자가 이를 제대로 수행하였는지에 대한 반응과 결과를 판단하여 제시할 필요가 있다. 특히, 피드백과 디브리핑을 통해 무엇이 잘못되었는지를 확인하고 이에 대한 반성적 사고를 유발하는 접근은 사용자의 활동 전반에 있어 성찰하는 기회를 제공함으로써 오개념을 발견할 수 있다(임철일, 2012; Cho, Yim, & Paik, 2015; Dreifuerst, 2009; Neill & Wotton, 2011).

따라서 사용자가 잘못된 선택을 하는 경우 각 대안별로 상이한 피드백을 제공하여 사용자에게 잘못된 점이 무엇인지에 대해 인식하게 해야 한다. 이 경우 단순히 오답의 유무를 제공하기보다는 구체적으로 잘못을 한 부분과 핵심 내용을 포함한 설명적 피드백(explanatory feedback)을 제공하는 것이 효과적이다(Johnson, Bailey, & Van Buskirk, 2017). 또한, 반복적인 접근을 통해 오 개념에 대한 수정이 이루어질 수 있도록 재선택의 기회를 제공할 필요가 있다(Cook et al., 2013; Wang et al., 2010). 특히, 디브리핑에서는 사용자가 콘텐츠에서의 활동을 통해 어느 정도로 숙달을 하였는지를 나타나게 하고 이에 대한 지표나 점수를 제시할 필요가 있다. 기준이 충족되지 않는 경우 결과 내용을 함께 제시함으로써 잘못된 부분이 무엇인지에 대해 안내해야 한다. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 활동에 대한 결과를 화면에 제시함으로써 사용자들은 자신의 수행과 목표 달성 등에 대해 보다 효과적인 이해가 가능하며 반성적 사고가 이루어질 수 있다(Aggarwal, Moorthy, & Darzi, 2004; Cooper et al., 2018). 요컨대, 자신이 수행한 행동에 대한 피드백과 재선택에 대한 기회 부여, 시뮬레이션이 종료 후 전체 학습 과정에 대한 디브리핑 등은 오개념 수정 등이 이루어질 수 있으며 궁극적으로 사용자가 학습 전 과정을 되돌아보는 반성적 성찰을 가능하게 하여 학습에 도움을 줄 수 있다.

다. 설계 절차 모형

본 모형은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠의 최적화된 설계 및 개발을 종합적으로 안내하는 목적을 지닌다. 특히, 효과적인 설계가 이루어지기 위해 각 단계마다 어떠한 중점적인 역할을 수행해야 하는지에 대해 처방하는 절차 모형을 개발하고자 하였다. 본 모형은 현실과 유사하게 구현된 상황에서 사용자의 실제적인 활동과 탐색을 통해 교육 및 훈련이 이루어져야 한다는 점을 반영하고자 하였다. 시뮬레이션과 유사한 게임이 지니는 재미, 보상, 경쟁 등의 요소보다는 시뮬레이션이 지니

는 중점적인 특성을 어떻게 가상현실에서 효과적으로 설계해야 하는지를 고려하였다.

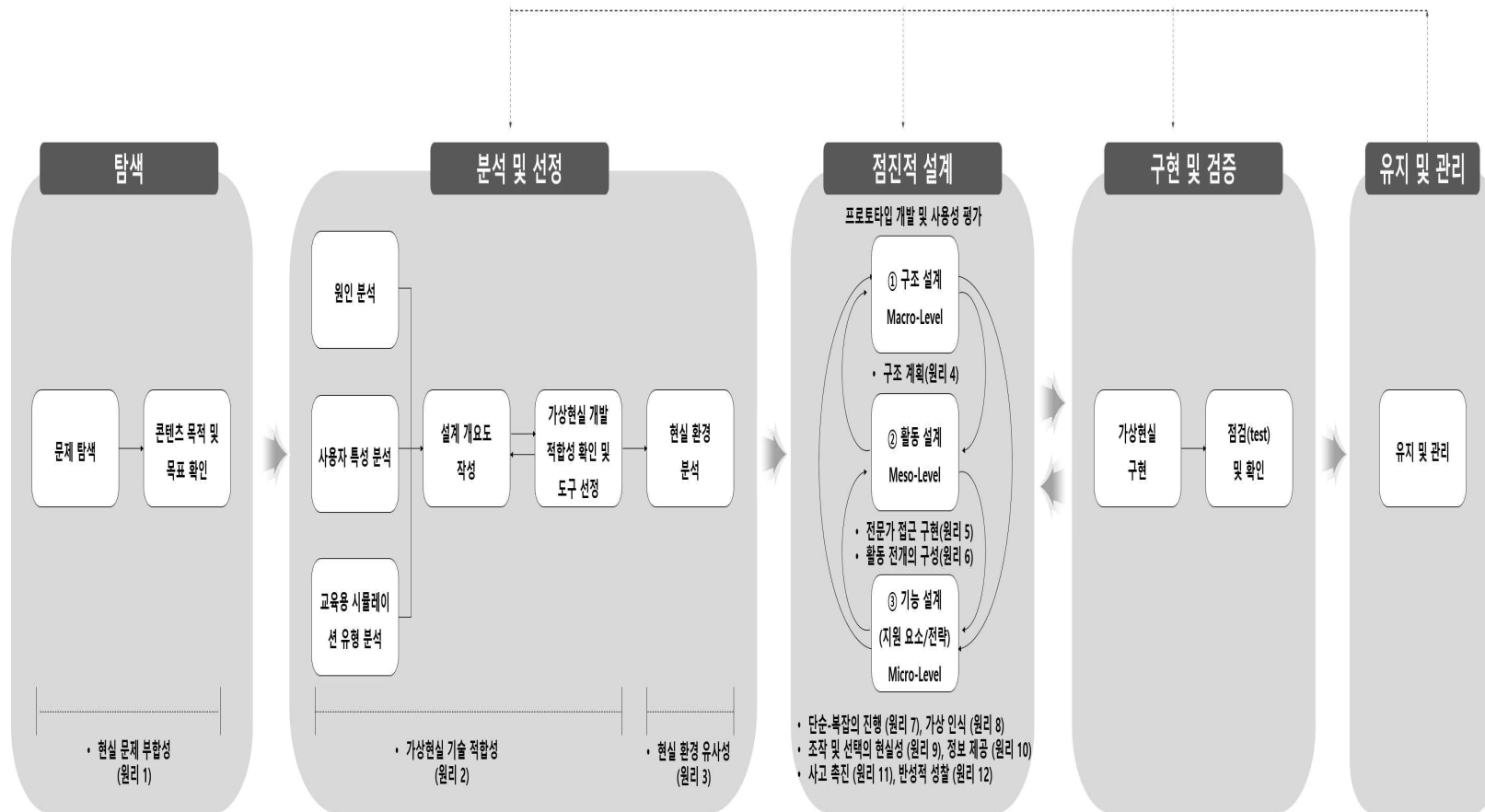
실제 현장에서 가상현실 콘텐츠를 설계 및 개발함에 있어 팀 단위의 접근이 이루어진다. 본 연구 결과의 사용 대상자는 실제 가상현실 콘텐츠를 설계 및 개발하는 설계팀이며 설계자에는 줄거리를 중점적으로 구성하는 스케처(sketcher), 스토리보드 설계를 담당하는 개념적 설계자(conceptual designer)가 해당된다. 그리고 프로그래밍 언어 혹은 소프트웨어를 활용하여 기술적인 측면에서 가상현실을 구현하는 개발자(developer or programmer)가 포함된다.

절차 모형은 사용자의 수준을 고려하여 전체 모형의 특성을 한 눈에 확인 가능한 일반적인 절차 모형과 세부적인 측면에서 접근할 때 활용할 수 있는 상세화된 구체적 절차 모형 두 가지 형태로 개발하였다. 이상의 특성을 고려하여 본 설계모형의 특징 및 전제를 제시하면 다음과 같다.

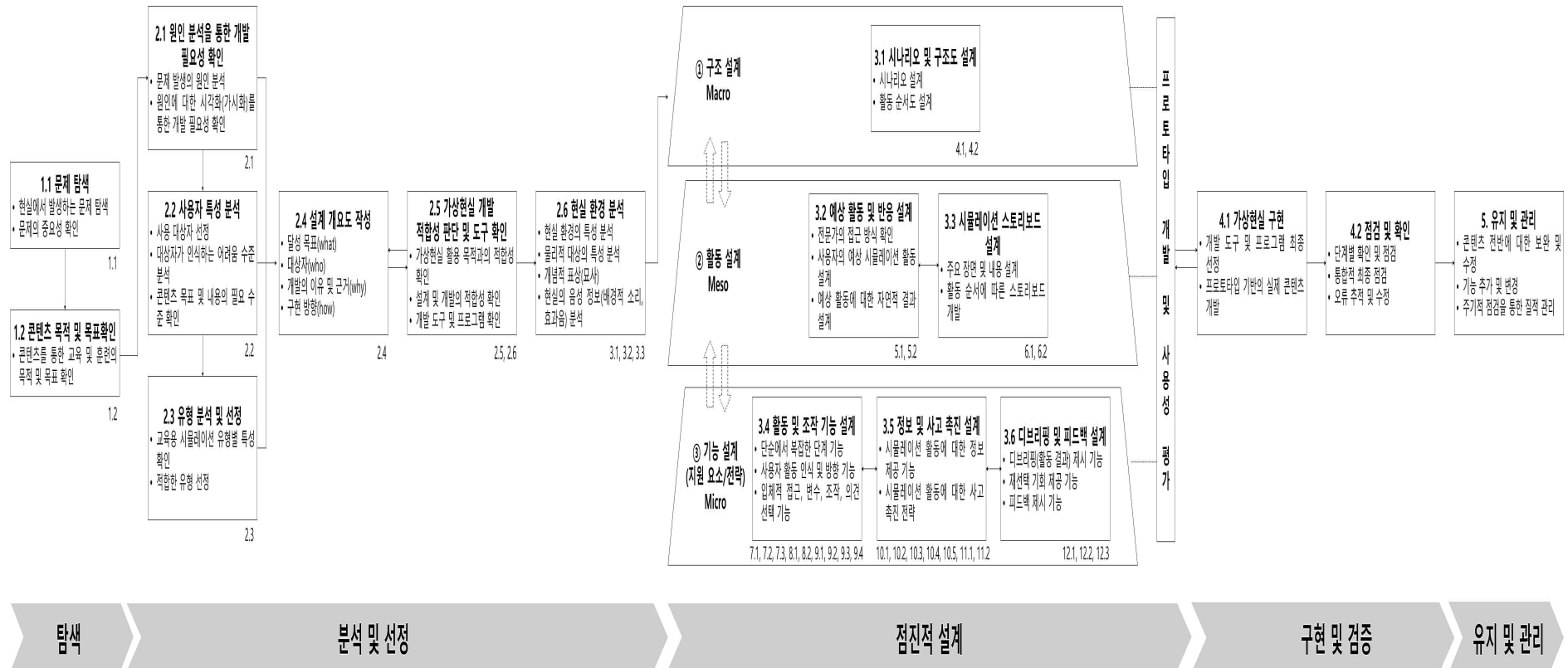
<표 IV-54> 모형의 특징 및 전제(최종)

구분	내용
설계모형의 목적과 수준	<p>가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠의 최적화된 설계 및 개발을 위한 활동을 절차별로 종합적으로 안내하는 목적을 지닌다. 본 설계모형은 가상현실 기반 네 가지 유형(물리적, 과정적, 절차적, 상황적 시뮬레이션)의 교육용 시뮬레이션 설계에 모두 적용 가능한 일반적 수준의 성격을 지닌다.</p>
설계모형의 활용 대상자	<p>본 설계모형의 대상자는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를 개발하는 설계팀이다. 설계팀에는 스케처(sketcher), 개념적 설계자(conceptual designer), 개발자(developer), 총괄 및 관리자(general manager)가 포함된다. 각각의 주요 역할은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 스케처는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 전체적인 줄거리를 구성하는 역할을 중점적으로 수행한다. ✓ 개념적 설계자는 스토리보드를 개발하는 역할과 교수 설계 측면에서의 검토자로서 역할을 수행한다. ✓ 개발자는 개념적 설계를 통해 개발된 스토리보드를 기반으로 가상현실 콘텐츠로 구현하는 역할이다. ✓ 마지막으로 총괄 및 관리자는 전체 설계 과정과 교수설계 전반에 대한 검토를 실시한다. <ul style="list-style-type: none"> • 실제 현장에서 소규모 인원으로 설계팀이 구성되는 경우 스케처와 개념적 설계자가 동일 인물이 될 수 있다. <p>각 역할별 중점적으로 수행해야 하는 활동은 존재하지만 본 설계모형의 활용 대상자는 협업을 기반으로 이루어지는 설계팀인 점을 고려하여 설계자와 개발자가 수행해야 하는 활동의 세부적인 구분은 제시하지 않는다.</p>

구분	내용
설계모형의 주요 특징	<p>본 설계모형은 크게 일반적 절차 모형과 상세화된 구체적 절차 모형으로 구성되어 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 일반적 절차 모형은 전체 설계 절차의 주요 단계를 함축하여 나타낸 것이다. ✓ 상세화된 구체적 절차 모형은 각 단계별 세부 절차와 활동을 모두 포함한 것이다. <p>두 가지 설계모형의 접근은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 실제로 설계함에 있어 다양한 요소들의 고려로 인한 막연함을 감소하고 설계모형 절차와 활동의 효과적인 접근을 도모하기 위해서이다.</p> <p>설계모형은 크게 다섯 단계를 통해 이루어지며 그 중 설계 단계는 설계의 복잡성을 고려하여 점진적인 접근이 이루어진다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 거시적(macro)인 측면에서 구조 설계는 전체 시나리오와 콘텐츠 전개가 어떻게 이루어지는지를 중점적으로 설계한다. ✓ 중간(meso) 수준의 활동 설계는 사용자의 시뮬레이션 활동에 따른 반응과 시뮬레이션 활동에 따른 스토리보드 설계가 수행된다. ✓ 미시적(micro) 수준의 기능설계는 가상현실에서의 시뮬레이션 활동을 지원하는 요소와 전략 설계를 의미한다.
설계모형의 적용을 통해 도출되는 산출물(콘텐츠) 의 주요 특성	<p>본 설계모형은 교육용 시뮬레이션의 주요 특성을 고려하여 학습자가 참가자로서 역할을 수행하며 주어진 역할에 따른 실제적인 활동을 통해 경험이 이루어진다. 사용자가 역할을 수행하면서 나타나는 결과는 사용자의 의견 선택이나 조작(예, 변수), 행동에 따라 나타난다. 특히, 시뮬레이션 활동의 특성이 구현되며 게임적 요소(재미, 보상, 경쟁)는 제외한다. 궁극적으로 본 설계모형을 통해 개발된 콘텐츠를 통해 사용자는 현실에서 접하기 어렵거나 위험성을 지닌 경우에 반복적인 연습이나 훈련을 실시하여 실제에 대한 가상의 체험과 경험을 확대를 도모한다.</p>



[그림 IV-53] 일반적 절차 모형(최종)



[그림 IV-54] 상세화된 구체적 절차 모형(최종)

* 네모 박스 하단의 숫자는 최종 설계원리의 지침을 의미함

모형의 각 단계별 주요 내용을 제시하면 다음과 같다.

① 탐색 단계

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 복잡성을 지니므로 이를 설계함에 있어 다양한 요소를 고려해야 한다. 특히, 시뮬레이션의 내용과 환경적 요소로 볼 수 있는 상황과 문제는 발생하는 맥락에 따라 특수성을 지닌다(박경선, 나일주, 2011; Tessmer & Richey, 1997). 유의미한 학습이 이루어지기 위해서는 실제에서 발생하는 문제가 무엇인지를 탐색하고 이를 반영해야 한다(Cho, Caleon, & Kapur, 2015). 요컨대, 탐색 단계는 실제 현실에서 어떠한 문제가 나타나는지를 탐색하는 목적을 지닌다. 문제에 대한 탐색 후 교육 목적 및 목표 설정을 통해 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계에 대한 이해와 공감을 하는 목적을 지닌다.

1.1 문제 탐색

본 단계는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를 개발하고자 하는 실제 맥락이나 영역, 즉 어떠한 배경에서 문제가 발생하는지를 탐색하는 것이다. 실제 현장에서 발생하고 있는 다양한 상황 속에서 어떠한 문제가 발생하는지를 탐색하기 위해 상황이나 문제가 발생하는 현장을 방문하거나 해당 영역에서의 전문가 면담, 혹은 현장의 특성을 직·간접적으로 확인할 수 있는 자료에 대한 분석을 통해 접근 가능하다. 실제 상황에서의 문제 탐색은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 주제에 있어서 발생 맥락의 이해와 현실성 향상에 도움을 줄 수 있다(신성철, 박영만, 2010; Vreman-de Olde, de Jong, & Gijlers, 2013).

1.2 콘텐츠 목적 및 목표 확인

콘텐츠의 목적 및 목표 확인 단계는 이상의 탐색을 통해 확인된 문제의 중요성을 확인하고 이를 통해 학습자가 달성해야 하는 목표가 무엇인지를 확인하는 단계이다. 현실에서 발생하는 다양한 문제 중 핵심적으로

고려해야 하는 문제가 어떠한 것인지를 선정하고 이를 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠로 구현하였을 때, 사용자가 교육용 시뮬레이션에서의 학습 혹은 훈련을 통해 달성해야 하는 목표가 무엇인지를 확인하는 목적을 지닌다. 이를 위해 가장 빈번하게 발생하는 사건이 무엇인지에 대한 확인 혹은 전문가 면담을 통해 중요도를 확인하여 중요성을 지닌 사건의 선정이 이루어져야 한다. 이 후 설계자는 사용자가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠에서의 활동을 통해 달성하고자 하는 목적이나 목표가 무엇인지를 확인해 봄으로써 궁극적으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 필요성에 대한 이해와 공감에 이루어진다.

② 분석 및 선정 단계

효과적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 설계 및 개발이 이루어지기 위해서는 다양한 측면에서의 분석적 활동과 주요 항목에 대한 선정이 이루어져야 한다. 자료의 수집과 분석은 최적화된 시뮬레이션 설계를 위한 필수적인 단계로 이를 통해 적절한 내용과 운영 등의 스토리보드 설계가 이루어질 수 있다. 가상현실과 같은 새로운 테크놀로지를 기반으로 한 콘텐츠 설계는 상당한 노력과 비용이 요구 되었음에도 불구하고 분석이 제대로 이루어지지 않아 구체적인 요구가 설계에 제대로 반영되지 못하여 막대한 손실이 발생할 수 있기 때문이다. 교육용 시뮬레이션은 기존 이러닝과 상이하게 실체가 되는 환경이나 현실을 기저로서 활용함으로써 사건의 발생 원인, 사용자 특성뿐만 아니라 현상에 대한 분석을 필요로 한다(임철일, 연은경, 2009; De Jong, 2011). 분석 및 선정 단계는 이상의 탐색 단계를 통해 확인된 핵심 사건에 대한 원인 분석과 사용자 분석, 분석 결과를 바탕으로 설계 개요도 작성, 적합성 검토, 현실 환경의 특성 분석이 이루어진다.

2.1 원인 분석을 통한 개발 필요성 확인

문제에 대한 선정이 이루어진 후에는 문제가 발생하는 원인이 무엇인

지에 대한 분석을 수행해야 한다. 문제가 하나일지라도 이를 유발하게 되는 원인은 다양하게 존재할 수 있는데 그 중 가상현실을 기반으로 한 교육용 시뮬레이션의 설계가 필요한 이유를 확인해야 하기 때문이다. 문제에 대한 원인을 분석하기 위해 면담 등의 방법을 활용할 수 있다. 분석된 결과를 보다 한 눈에 확인하기 위해 다이어그램을 활용하여 제시하면 보다 가시적으로 확인 가능하다. 원인 분석에 적합한 다이어그램으로 ‘Cause Root Diagram’, ‘Fishbone Diagram’ 등을 활용하여 이를 시각적으로 나타낼 수 있다.

2.2 사용자 특성 분석

사용자 특성 분석은 콘텐츠를 활용할 대상자의 특성을 확인하는 목적을 지닌다. 사용자에게 적합한 설계가 이루어지기 위해서는 사용자의 특성이 무엇인지를 분석해야 한다. 이를 위해 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 교육 및 훈련 목표를 고려한 대상자 선정이 이루어져야 하며, 대상자가 어느 정도의 어려움을 지니는지를 분석해야 한다. 또한, 효과적인 설계 및 개발이 이루어졌다 하더라도 대상자가 이의 필요성을 인식하지 못하는 경우 불필요한 콘텐츠 개발이 이루어진 것이므로 분석 및 선정 단계에서 해당 목표를 가상현실로 개발할 경우 어느 정도의 필요성을 지니는지에 대한 확인을 해야 한다.

2.3 유형 분석 및 선정

목표와 대상자에 대한 특성 분석이 이루어진 후에는 이를 달성하기 위해 효과적인 교육용 시뮬레이션의 유형이 무엇인지를 분석하고 이를 선정해야 한다. 일반적으로 교육용 시뮬레이션은 크게 네 가지로 절차적, 상황적, 물리적, 과정적 시뮬레이션으로 구분해 볼 수 있다. 물리적 시뮬레이션은 특정 절차 혹은 의사결정의 순서에 따라 학습이 이루어지는 것으로 비행기 혹은 자동차 운전 절차 등이 이에 포함된다. 상황적 시뮬레이션은 역할 활동이 이루어져 태도나 행동 변화를 나타내기 위한 것으로 교사가 학생과 어떻게 효과적으로 의사소통할 수 있는지가 포함될 수 있

다. 물리적 시뮬레이션은 특정 물체나 물리적 대상을 실제로 조작해 볼 수 있는 방법에 대한 것이며, 과정적 시뮬레이션은 여러 변인이나 변수 조작을 통해 발생하는 현상을 관찰하거나 해석하는데 유용하다.

2.4 설계 개요도 작성

이상의 분석된 내용을 기반으로 설계 개요도의 작성이 이루어진다. 설계 개요도는 설계를 위한 주요 특성을 정리한 일종의 설계 전반의 틀 혹은 초기 단계의 전체 설계 및 개발의 방향을 확인할 수 있는 문서이다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 무엇을 달성할 것이며, 대상은 누구이며, 왜 이러한 개발이 이루어져야 하는지에 대한 이유 혹은 근거, 어떻게 설계 및 개발할 것인지에 대한 구현 방향 등 전체 콘텐츠의 개발 방향에 대한 초안 형태의 기술이라 볼 수 있다.

2.5 가상현실 개발 적합성 판단 및 도구 확인

이상의 분석 과정을 통해 도출한 일종의 틀로서 설계 개요도가 실제로 개발하는 데 적합한지를 확인해야 한다. 특히, 다양한 테크놀로지 중 가상현실을 통해 개발하여 활용이 이루어져야 하는 목적에 대한 적합성 판단이 이루어져야 한다. 가상현실은 무엇보다 실제 현장에서 위험성이나 시간 및 공간의 제약으로 인해 현실에서 훈련이나 경험하기 어려운 경우에 적절하다. 또한 보다 실제적인 가상의 안전한 환경에서 반복적인 연습이 필요하거나 추상적인 개념을 시뮬레이션 활동을 통해 구체적으로 습득하는데 유용하게 활용될 수 있다.

이와 함께 설계 개요도 내용, 즉 도출한 목표와 내용, 구현 정도 등 설계 개요도 전반에 있어서 내용 전문가, 교수설계자 등의 검토를 통해 적합성을 확인해야 한다. 이 과정에는 기술자와의 논의를 통해 설계에 적합한 구현 도구나 프로그램이 무엇인지를 결정하는 활용에 대한 적합성 검토가 함께 이루어져야 한다. Unity 3D, iClone 등 가상현실을 보다 용이하게 개발할 수 있는 소프트웨어부터 햅틱 피드백, 신체적 센서 등의 도구 활용까지 내용을 최적으로 구현할 수 있는 개발 도구 혹은 소프

트웨어에 대한 논의와 확인 및 선정이 이루어져야 한다.

2.6 현실 환경 분석

사용자가 가상현실에서 보다 현실감을 느끼기 위해서는 현실적인 환경과 객체가 콘텐츠에서 구현되어야 한다. 현실에서의 환경 및 객체가 지니는 물리적 모습의 특성 분석은 가상현실 콘텐츠를 설계 및 개발함에 있어 현실적인 구현을 위한 필수 과정 중 하나이다. 이를 위해 현장에 방문하여 실제적인 환경을 촬영하거나 주요 객체의 크기 등을 측정해야 한다. 또한, 물리적 특성을 넘어 현장의 환경이 지니는 분위기 등 사용자의 활동과 현실감에 영향을 줄 수 있는 요소가 무엇인지를 파악해야 한다. 특히, 가상현실을 통해 객체 중 하나로서 캐릭터 혹은 아바타가 구현되는 경우에는 실제 크기와 수, 그리고 움직이는 제스처와 표정을 최대한 사실적으로 묘사해야 한다. 사실적인 캐릭터 구현은 실재감 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 이상의 외적 혹은 물리적인 현실 환경 및 객체뿐만 아니라 해당 상황에서 발생하는 배경 혹은 환경적 음성 소리가 무엇인지를 확인해야 한다. 환경적 소리는 사용자에게 몰입감을 향상시킬 수 있는 요소로서 역할을 할 수 있다. 이 후, 분석을 토대로 개념적 표상을 통해 2차원적으로 나타내는 과정을 실시한다.

③ 점진적 설계 단계

점진적 설계 단계는 앞의 분석을 통해 확인된 내용을 실제 콘텐츠로 구현하기에 앞서 개념적으로 형상화하는 단계이다. 특히, 가상현실을 기반으로 한 교육용 시뮬레이션은 이를 설계 함에 있어 시나리오, 시뮬레이션 활동 등 고려해야 하는 요소가 다양하고 복잡성을 지닌다. 이 경우, 점진적인 설계를 통해 효과적으로 접근 가능하다. 거시적인 측면에서의 전체 시나리오와 콘텐츠 운영 구조 설계, 활동 측면에서의 시뮬레이션 스토리보드 설계, 시뮬레이션 활동을 지원하는 다양한 기능 설계 순으로 이루어지는 세 가지 수준(Macro-Meso-Micro)에서의 점진적 접근을 통

해 이상의 복잡한 요소를 체계적으로 접근할 수 있다(Bahji, Lefdaoui, & Alami, 2013; Nylund & Andersson, 2010). 이상의 설계 과정에서 지속적인 프로토타입의 개발과 사용성 평가를 기반으로 한 수정을 통해 최적화된 설계가 이루어진다(임철일, 연은경, 2015).

3.1 시나리오 및 구조도 설계(Macro-level design)

본 단계는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠에서 사용자의 입력에 따라 어떻게 콘텐츠가 운영될 것인지에 대한 구조도를 설계하는 목적을 지닌다. 구조도는 일종의 운영 모델로서 실제로 구현되었을 때 사용자의 활동에 대한 주요 절차를 구조화한 것이다. 사용자의 활동에 따라 전체 콘텐츠가 어떻게 운영될 것인지를 구성하는 구조도 설계를 통해 전체 진행 방향과 구조를 확인해야 한다.

내용적인 측면에서는 전체 시나리오에 대한 설계가 이루어져야 한다. 사용자의 몰입과 사실성 향상이 이루어지기 위해서는 시나리오에 대한 동질성을 인식해야 하므로 교육용 시뮬레이션에서의 이야기적 요소로 포함되는 표준화된 시나리오를 기반으로 한 내용이 적절하게 설계되어야 한다. 특히, 시나리오는 일상 생활 혹은 실제 생활에서 발생하는 문제의 핵심과 발생 배경을 함축적으로 구성한 것이다. 이는 전체 교육용 시뮬레이션 운영의 기반이 되며 이는 사용자가 시뮬레이션 활동을 통해 현실에서의 발생 가능한 사건 혹은 문제를 인식한다는 점에서 표준화(standardization)가 이루어져야 한다. 표준화된 시나리오를 통해 실제에서 핵심적으로 고려해야 할 지식 및 기술 등의 습득이 가능하기 때문이다. 또한 시나리오에는 전체 내용에 영향을 미칠 수 있는 요소로서 문제가 발생하는 유발 사건(trigger event)이 무엇인지를 포함해야 한다. 유발 사건은 일반적 상황을 사건이나 문제 상황으로 변화하게 하여 시뮬레이션 활동을 야기하는 핵심 요소로서 중요하다(Rosen, Salas, Silvestri, Wu, & Lazzara, 2008). 이를 통해 사용자들은 도달하고자 하는 목표에 대한 시뮬레이션 활동을 수행하게 된다(Naidu, Ip, & Linser, 2000).

3.2 예상 활동 및 반응 설계(Meso-level design)

이상의 전체 구조와 시나리오에 대한 설계가 이루어진 후에는 사용자의 활동을 중점적으로 고려한 설계가 이루어져야 한다. 그 중, 예상 활동 및 반응 설계는 사용자가 콘텐츠에서 시뮬레이션 활동에 보다 현실적인 사고 과정이 이루어질 수 있도록 사실적인 활동 내용과 반응을 구성하는 것이다. 이를 위해 초보자, 전문가의 수행 행동과 반응에 대한 모델링을 통해 적절한 행동과 적절하지 않은 행동이 무엇인지를 확인해야 한다. 어떠한 시뮬레이션 활동을 했는지에 따라 상이한 반응이 나타날 수 있다는 점을 고려하여 활동에 대한 자연적 결과가 어떻게 나타나는지를 확인할 필요가 있다. 자연적 결과와 효과적인 학습이 이루어지기 위해서 피드백을 제시해야 한다. 특히, 시뮬레이션 활동이 단순히 오답인지에 대한 여부를 나타내기 보다 구체적인 이유 혹은 근거를 포함한 설명적 피드백을 통해 효과적인 학습을 야기할 수 있다. 요컨대, 가상현실에서 사용자의 시뮬레이션 활동, 의견 선택 등에 따른 자연적 결과와 설명적 피드백에 대한 내용이 현실에서의 초보자와 전문가를 기반으로 현실적으로 설계하는 것이다.

3.3 시뮬레이션 스토리보드 설계(Meso-level design)

스토리보드 설계는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 프로토타입으로 실제적인 구현을 하기에 앞서 콘텐츠의 개념적 모델을 도출하는 것이다. 특히, 스토리보드는 향후 개발자가 소프트웨어를 활용하여 실제적인 개발을 함에 있어서 고려하는 핵심 부분으로 설계자가 개발자에게 콘텐츠 전반에 대한 주요 사항들을 안내하는 처방적 역할을 하므로 중요하다. 스토리보드를 효과적으로 설계하기 위해서는 앞서 설계된 구조도와 시나리오를 바탕으로 순차적인 개발이 이루어져야 한다. 전체 스토리보드의 개발은 첫 시작단계(the starting point)에서 시뮬레이션 활동(the acting point or activity point), 그리고 끝 단계(the ending point)로 이어지는 순차적 접근을 통해 효율적인 설계가 이루어질 수 있다. 스토리보드에는 각 화면마다 어떠한 화면인지에 대한 화면 설명과 내용적인 설

명이 포함되어야 한다. 또한, 앞서 현실 환경 및 객체 분석을 통해 확인된 배경적 소리 혹은 환경적 소리의 제시 여부와 어떠한 소리를 포함할 것인지를 고려해야 한다. 이 후 아래 기능 설계 단계를 거쳐 최종적인 스토리보드가 도출되는 것이다. 기능 설계는 이상의 구조도에 따른 시뮬레이션 스토리보드 설계가 이루어진 후 미시적 측면에서 어떠한 기능과 전략이 추가될 것인지에 대한 고려하여 설계하는 목적을 지닌다.

3.4 기능(지원 요소 및 전략) 설계(Micro-level design)

지원 기능 설계는 점진적 설계의 마지막 단계에서 이루어지는 단계로 사용자가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 활동의 지원, 안내, 조작, 결과, 피드백 등의 지원 기능을 어떻게 설계하고 제시할 것인지를 중점적으로 고려한 것이다. 이에 포함되는 각 세부 내용을 제시하면 아래와 같다.

3.4.1 활동 및 조작 기능 설계

활동 및 조작 기능 설계는 기능적 측면에서 사용자가 가상현실에서 시뮬레이션 활동 수행을 인식하게 하고 어떻게 접근해야 하는지를 중점적으로 고려하는 단계이다.

활동 수행 측면에서는 사용자들이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 활동을 통해 단계별 접근이 가능하도록 설계한다. 지식의 체계적인 접근을 통한 습득과 적용을 가능하게 함으로써 사용자는 점차 전문가로서 역할을 수행 할 수 있다. 특히, 지식이나 경험이 부족한 초보자의 경우 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 단계별 훈련 및 연습을 통해 간접적인 경험이 가능할 뿐만 아니라 일정 수준 해당 분야나 영역에 대한 지식이나 기술이 있는 사용자 또한 보다 구체적인 지식이나 기술의 습득 혹은 실제적인 형태에서의 훈련이 가능하다. 이상의 단계별 접근이 가능하게 하는 기능을 제공함으로써 사용자는 수준에 따른 시뮬레이션 활동이 가능하다.

특히, 단순에서 복잡한 순서의 단계 기능은 아래의 정보 설계와도 관

련성을 지닌다. 단계가 단계별 훈련 형태인지 혹은 실전 형태의 수준인지에 따라 제공되는 지원 정보의 유형과 수준이 상이하기 때문이다. 단계별 훈련 형태의 경우는 가상현실에서 시뮬레이션 활동에 직접적인 도움을 제공할 수 있는 정보뿐만 아니라 자신의 시뮬레이션 상황을 점검할 수 있는 간접적 지원 정보를 함께 제공해야 한다. 반면, 실전형 훈련 유형에서는 활동에 직접적인 영향을 미치는 지원 요소나 정보를 제공하기 보다는 자신의 상황을 점검할 수 있는 요소를 최소한으로 제공하여 사용자가 총체적으로 접근할 수 있도록 해야 한다.

콘텐츠 전반에 있어 사용자가 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠 속에 존재하고 있다는 것을 인식할 수 있도록 가상의 손과 같은 신체 일부를 제시함으로써 가상현실 속에서 사용자의 실재감 인식 향상과 사용자의 활동 및 조작의 현실성을 향상시킬 수 있도록 해야 한다. 또한, 사용자는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 스스로 시뮬레이션 활동을 수행하는 주체자로서 능동적인 학습이 이루어져야 한다. 따라서 1인칭 시점에서 시뮬레이션 활동을 수행하게 함으로써 능동적으로 관련 지식 및 기술을 습득해야 한다. 이에 대한 활동이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 원활하게 이루어지기 위해 입체적 접근이 가능해야 하며, 실제적인 변수 조작, 의견 선택 등이 가능해야 한다.

3.4.2 정보 및 사고 촉진 설계

정보 및 사고 촉진 설계 단계는 사용자가 시뮬레이션 활동을 하는 목적과 실제적인 시뮬레이션 활동에 대한 도움을 제공하는 요소와 기능을 설계하는 것이다. 우선 사용자가 해당 콘텐츠를 접하였을 때 교육 목적과 어떠한 시뮬레이션 활동을 수행해야 하는지에 대한 이해 향상이 이루어져야 한다. 이를 위해 본 단계에서는 학습하게 될 교육 혹은 훈련 목표가 무엇인지, 어떠한 맥락적 상황에서 요구되는 지식이나 기술인지, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 제시되는 용어나 주의사항 등을 설계해야 한다. 특히, 콘텐츠 초반 도입 단계에서 시나리오에 해당되는 내용을 시각과 나레이션으로 구성된 자료 개발을 통해 제시하거나 실제 문

제가 발생하는 장면에 대한 영상을 제시하면 효과적으로 사용자에게 시뮬레이션 활동에 대한 이해와 사고 축진이 가능하다. 이와 함께 가상현실에서 사용자의 시뮬레이션 활동을 촉진하기 위해 질문을 활용할 수 있다. 초기 도입 단계에서 사용자에게 어떠한 시뮬레이션 활동을 수행해야 하는지에 대한 질문을 제공함으로써 사용자는 시뮬레이션 활동을 통해 궁극적으로 달성해야 하는 목표와 무엇을 해야 하는지를 중점적으로 생각해 볼 수 있다.

시뮬레이션 활동이 이루어지는 과정에서의 정보 설계 측면에서는 사용자가 수행하게 되는 활동에서 제공되는 단서나 힌트 등을 확인하여 목표를 성취할 수 있으므로 이에 대한 설계가 이루어져야 한다. 정보나 단서 등을 제공함에 있어 단순히 텍스트 형태로 나타내기 보다는 텍스트와 음성 정보를 함께 제공하여 효과적으로 안내해야 한다. 또한, 사용자가 별도의 반응을 하지 않거나 진행에서의 혼란을 직면할 때, 안내를 할 수 있는 화살표 등의 방향 가이드 기능, 학습에 대한 인지적 지원 도구로서 활용 가능한 학습 맵이나 활동 상황을 확인해 볼 수 있는 기능 설계를 통해 현재의 시뮬레이션 상황이 어떠한지를 확인하도록 해야 한다. 이상의 접근은 사용자가 어려움을 직면하거나 도움이 필요할 경우에 효과적인 접근이 이루어질 수 있도록 지원을 제공한다.

3.4.3 디브리핑 및 피드백 설계

이 단계는 사용자의 교육 및 훈련 성과를 확인해 볼 수 있는 기능과 시뮬레이션 훈련 종료에 따른 피드백을 설계하는 것이다. 사용자가 자신의 학습 성과를 어떻게 확인할 수 있는지에 대한 기능으로서 시뮬레이션 활동에 따른 제시되는 결과 및 피드백 제공 기능을 설계하는 것이다. 또한, 잘못된 선택을 하였을 경우 재선택의 기회를 제공하는 기능을 통해 반복적인 훈련이 이루어질 수 있도록 한다. 가상현실에서 시뮬레이션 활동이 종료된 후 제공되는 디브리핑은 사용자에게 자신이 어떠한 시뮬레이션 활동을 수행하였는지에 대한 반성적 사고를 촉진할 수 있다. 디브리핑 결과에는 시뮬레이션 활동 결과에 해당하는 훈련 시간, 수행의 정

확성 등의 숙달 정도, 잘못된 접근이나 활동이 이루어지는 사건 등의 치명적 오류, 피드백 내용 등 각 시뮬레이션 활동에서 핵심적으로 고려해야 하는 기준과 요소를 제공한다. 디브리핑 결과와 함께 왜 이러한 상황이 발생하였는지에 대한 질문을 제공함으로써 반성적 사고를 유발하여 오 개념의 수정을 이루어질 수 있게 해야 한다.

④ 구현 및 검증 단계

이상의 설계 과정을 통해 개념적 모델이 도출된 후에는 이에 대한 실제적인 구현이 이루어진다. 즉, 도출한 스토리보드를 기반으로 이를 실제의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 형태로 개발하는 것이다. 또한, 실제 콘텐츠의 경우 사용상의 문제점이나 잘못된 구현이 이루어질 수 있음에 따라 지속적인 오류 확인과 이에 대한 수정이 이루어지는 검증 과정이 이루어져야 한다.

4.1 가상현실 구현

스토리보드가 최종적으로 설계된 이후에는 이를 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션으로 구현하는 것이다. 앞서 초기 단계에서 선정된 개발 도구 및 소프트웨어를 최종적으로 확인하고 실제 개발이 이루어지는 것이다.

4.2 점검 및 확인

시나리오, 활동 순서도, 스토리보드를 실제 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 콘텐츠로 개발이 이루어진 후 이에 대한 검증이 이루어져야 한다. 소프트웨어를 활용하여 이를 개발함에 있어 기술적인 측면에서 사소한 결함이나 오류가 나타나기 때문이다. 이를 위해 각 주요 활동에 따른 단계별 점검을 통해 오류에 대한 추적과 수정(debugging)을 수행해야 한다.

단계별 확인 및 수정이 이루어진 후에는 최종 점검 차원에서 콘텐츠

전반에 대한 점검을 통해 전체에 대한 오류를 확인하고 발견될 시 이를 수정하는 비판적 검토를 수행해야 한다. 지속적인 오류 발견과 수정을 통해 완성도 높은 콘텐츠 개발이 이루어질 수 있다.

⑤ 유지 및 관리

효과적인 설계를 통한 개발이 이루어졌지만 이에 대한 질적 관리가 이루어지지 않는 콘텐츠는 유지되지 않는다. 유지 및 관리는 이 점을 고려하여 주기적인 점검을 통해 기능을 포함한 콘텐츠 전반에 대한 수정 및 보완을 실시하는 단계이다. 또한, 추가적인 기능이 필요하거나 변경, 활동에 대한 전략 수정 혹은 변경이 필요할 경우 이를 실시하여 지속적인 관리를 해야 한다.

V. 논의 및 결론

본 연구는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 효과적 설계를 위한 원리와 모형을 개발하고 이의 타당성을 확인하는 목적을 지닌다. 또한, 프로토타입의 개발을 통해 설계자, 교수자, 학습자로 고려되는 대상의 실제적인 반응을 확인하고자 하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 최적화된 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 내용 및 이론적 측면, 그리고 실천적 측면에서 함의가 무엇인지에 대해 논하고자 한다. 이상의 논의와 함께 본 연구의 한계점과 추후 연구를 제안하고자 한다.

1. 논의

가. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 핵심 어포던스와 설계원리

본 연구를 통해 개발한 설계원리 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 핵심적 어포던스 특성을 고려하여 보다 강조해야 할 원리는 다음과 같다. 첫째, 가상현실 기술 적합성 원리이다. 이는 다양한 테크놀로지 중 가상현실을 활용해야 하는 필요성을 확인하는 목적을 지닌다. 다양한 기술적 발달로 인하여 현재 가상현실은 시각적인 측면에서 현실을 완벽하게 독립시킬 수 있는 HMD(Head Mounted Display) 도구, 별도의 컨트롤러 없이 사용자의 움직임을 감지하여 시스템에 입력되는 Kinect 신체 활동 센서를 활용하여 가상의 환경에서도 현실과 동일한 체감형 활동의 수행이 가능하다(이다숨, 김덕주, 2018; Jensen & Konradsen, 2018). 적용 맥락에서는 의과대학, 치과대학 등 의학계열 맥락에서 현실에서 체험하거나 훈련하기 어려운 경우에 활용되고 있다(Cates, Lönn, & Gallagher, 2016; Plessas, 2017). 항공 등의 훈련 분야에서는 비행 조종의 절차에 대한 다양한 훈련 기회와 반복적인 연습 기회를 제공한다

(Duburguet & King, 2015). 사범대학에서는 예비교사에게 실제 수업 중 발생 가능한 문제 행동을 위한 대처 훈련이 가능하다(유승범, 류지현, 2017).

이상의 내용을 종합하여 볼 때, 무엇보다 가상현실이 지닌 핵심적 어포던스는 학습 현장의 확장을 가능하게 한다는 점이다. 가상현실은 이전에 가능하지 않았던 학습 경험을 보다 실제적으로 확장시켜 줄 수 있는 테크놀로지이다. 현실에서 훈련하거나 연습하기에 위험성을 지닌 경우, 현실과 유사하지만 보다 안전한 환경에서 반복적인 연습이 필요한 경우, 추상적인 개념을 보다 구체적으로 습득하는 측면에서 가상현실은 활용 의미를 지닌다고 볼 수 있다. 궁극적으로 실제 상황에서 경험하기 어려운 학습 경험을 가상현실에서의 시뮬레이션 활동을 통하여 효과적으로 접근(Dalgarno, Bishop, Adlong, & Bedgood, 2009; Driver, Zimmer, & Murphy, 2018; Freina & Ott, 2015)하여 사용자의 현장에서의 학습 경험을 양과 질적으로 확장시켜 줄 수 있다.

둘째, 현실 환경 유사성의 원리는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 현실감 및 사실성 향상 측면에서 중요하게 고려해야 한다. 가상현실과 교육용 시뮬레이션은 그 용어에서도 확인해 볼 수 있듯이 실제의 모방을 통해 구현된 환경에서 사용자의 활동이 이루어지는 특성을 지닌다. 즉, 현실과 유사한 환경이 구현되어야 한다는 점이 내포되어 있다. 기존 컴퓨터 기반의 교육용 시뮬레이션에서는 내용적 현실성을 향상시키기 위한 영역 특수적인 기저 모델의 중요성을 제시하고 있다(임철일, 연은경, 2009; Reigeluth & Schwartz, 1989). 이는 사용자에게 인지적 참여를 촉진(Herrington, Reeves, & Oliver, 2007)하고 학습 경험에 대한 동일성을 향상(Cohen, 2011)시켜줄 수 있다는 점에서 학습에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 실제로 본 연구에서도 내용적 리얼리티의 반영을 통해 학습자들은 해당 내용에 대해 동일성을 인식하고 있었다는 점을 확인해 볼 수 있었다. 이는 교육용 시뮬레이션이 지녀야 할 중요한 특성 중 하나이다. 여기서 더 나아가 가상현실에서는 내용적 리얼리티 뿐만 아니라 물리적 측면에서의 현실성을 지녀야 한다. 이를 위해 현실 환경의 특성이

무엇인지를 세밀하게 분석하여 정교한 설계가 이루어져야 할 필요가 있다. 이는 가상현실의 효과적인 구현이 이루어지기 위해서는 물리적인 측면에서 리얼리티를 고려하여 보다 현실적으로 구현해야 한다는 기존 연구결과(안정미, 조지영, 2018; Kizony, Harel, Weiss, Zeilig, Feldman, & Shani, 2018; Schrader, & Bastiaens, 2012)에서의 중요성과 일맥 상통한다. 상황이나 공간 등의 환경, 물체의 사실적 구현은 실재감에 영향을 미칠 수 있으므로 세밀한 분석을 통한 설계가 이루어져야 한다.

이 점은 이러닝을 설계 함에 있어 모든 요소를 고려하는 경우 외재적인지 부하가 발생하여 교육적 내용으로부터 학습자의 주의 집중이 벗어날 수 있다는 점(Clark & Mayer, 2016; Moreno & Mayer, 2002, 2004; Richards & Taylor, 2015)과 다소 상반된 견해이다. 기존 이러닝은 2차원적 특성을 지니므로 화면 설계를 함에 있어 단편적인 화면 구성이 이루어진다. 또한, 사용자의 활동이 주가 되기 보다는 제시된 이러닝 화면을 통한 내용 전달이 중심적인 역할을 수행한다. 모든 환경 및 객체적 요소를 고려하여 이러닝을 설계하는 경우 학습자에게 불필요한 정보를 제공할 수 있으므로 주의 분산이 나타날 수 있는 것이다. 반면, 가상현실에서는 현실과 동일한 인간의 시야각을 반영할 수 있는 화면 구성이 가능하다. 또한, 현실과 동일한 환경에서 시뮬레이션 활동이 중점적으로 이루어져야 보다 효과적인 교육 및 훈련이 가능하다. 기존 이러닝과 상이한 가상현실이 지닌 특성을 고려해 볼 때, 현실적 유사성을 반영하는 것은 인지 부하를 발생하기 보다는 현실에서 접근하기 어려운 교육 및 훈련을 대체 혹은 보완할 수 있는 보다 현실적이고 사실적인 접근을 가능하게 하는 중요한 접근이다.

셋째, 조작 및 선택의 현실성 원리를 통해 현실과 유사한 활동이 이루어져야 하며 이에 따른 상이한 반응이 도출되는 점은 다른 교육 방법 혹은 테크놀로지와 구별될 수 있는 특성이다. 앞서 언급하였듯이, 기존 이러닝은 내용 전달 중심의 일 방향적인 접근이 이루어져 학습자가 이를 단순히 보는 수동적인 학습이 이루어질 수 있는 한계를 지닌다(임철일 외, 2017). 반면 가상현실은 단순히 보는 것에서 학습이 이루어지는 것이

아니라 시뮬레이션 등의 실제적인 활동을 통해 보다 효과적으로 교육 혹은 훈련이 이루어질 수 있는 특성을 지닌다. 사용자는 현실과 매우 유사하게 다양한 측면에서 접근하여 물리적 대상을 조작하거나 실제 절차를 수행해 볼 수 있을 뿐만 아니라 특정 맥락에서 역할 수행이 가능하다. 또한, 각 선택과 조작, 변수 입력 등이 가능하며 이에 따라 상이한 결과가 보다 실제적으로 구현될 수 있다. 이 점은 다른 테크놀로지에서도 최적화된 접근이 어려운 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 지녀야 할 핵심적 특성이다. 따라서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자의 조작 및 선택이 현실에서와 동일하게 접근할 수 있도록 설계되어야 한다.

다음으로 교수자 및 학습자 대상의 외적 타당화를 통해 확인된 의견 중 가상현실에 핵심 요소로 고려되는 몰입감 및 실재감 향상을 위해 중요하게 고려해야 할 설계 지침에 대해 논의하면 다음과 같다. 첫째, 몰입감 향상을 위해 시각적인 정보뿐만 아니라 음성 정보는 중요한 영향을 미칠 수 있다. 인간은 외부 자극으로부터 감각 기관 중 시각을 통해 70% 이상의 정보를 받아들인다. 정보를 인식하는 대표적 감각 기관으로서 시각은 교육적 측면에서 학업 성취도, 문제해결력, 몰입, 실재감 향상에 상당한 영향력을 미친다(나일주, 2010; 나일주, 성은모, 2007; 나일주, 성은모, 박소영, 2010). 이상의 중요성을 고려하여 기존 이러닝을 포함한 다양한 콘텐츠 설계 영역에서 시각 자료 및 정보의 활용, 시각적 표현이 핵심 요소로서 고려되고 있다.

특히, 가상현실에서의 시각적 구현은 물리적 리얼리티 측면에서 그 중요성을 확인해 볼 수 있다. 가상현실은 3차원적 구현을 통해 다양한 입체적 정보를 보다 생생하게 제공할 수 있기 때문이다. 이 점을 반영하여 현재까지의 가상현실 설계 및 개발의 중요성도 디스플레이의 해상도, 화면의 색이나 명암, 밝기, 캐릭터, 공간의 깊이감 등 공간 인지를 포함한 시각적 측면을 강조하고 있으며(류지현, 유승범, 2016; 박정호, 최은영, 2018; Sherman & Craig, 2018) 이는 교육공학 영역 중 화면 설계(screen design) 측면에서 중요성을 지닌다. 하지만 가상현실은 현실을 기반으로 구현되므로 현실에서의 발생하는 청각 정보 또한 고려할 필요

가 있다. 개발한 프로토타입에 대해 교수자들은 음성 언어를 통한 정보 제공의 중요성을 제시하였다. 또한, 학습자 중 일부는 현실에서 발생하는 배경적인 음성 정보, 예컨대 교실에서 학생들이 웅성거리는 소리, 떠드는 소리 등이 제시되지 않는 부분이 현실적인 감각을 저하시키는 요소라는 점을 제시하였다. 이상의 의견들은 가상현실에서 기존 시각적 접근에 더하여 청각적 요소의 중요성을 고려해야 할 필요성을 나타낸다. 청각적 요소로서 소리(sound)는 상황에 대한 분위기를 형성하거나 감성을 유발(Um, Plass, Hayward, & Homer, 2012)할뿐만 아니라 가상현실에서 효과적인 정보를 제공하는 역할을 수행하며 현실적인 인식을 향상시켜 줄 수 있는 감각적 요소이다. 특히, 실제 상황이나 사건의 특성을 고려한다는 점에서 환경적 소리(ambient sound)는 특정 맥락이나 장소를 기억하고 회상하는 데 도움을 줄 수 있으므로 몰입을 향상시키는 요소로서 작용 가능하다.

둘째, 캐릭터의 제스처와 표정은 사용자의 역동감과 실재감을 향상시키는 데 영향을 미칠 수 있다. 기존 컴퓨터 기반의 교육용 시뮬레이션에서는 마우스나 키보드를 사용하여 다소 정적인 접근이 이루어졌다. 반면, 가상현실은 시각과 촉각 등의 감각적 요소를 적극적으로 활용하여 구현된 가상의 상황에서 사용자의 활동이 이루어지는 특성을 지닌다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 학습은 활동과 인지가 별도로 독립적으로 구분되어 접근되는 것이 아닌 신체적 활동과 인지 과정이 서로 영향을 주고 받는 과정을 통해 이루어진다. 기존 전통적인 교수학습 방법에서 단순히 보고 듣는 수동적인 자세를 통해 습득되는 지식이 다소 표면적 이해를 기반 하는 것과 달리 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자는 교육이나 훈련의 신체 활동과 행동이 인지 과정에 영향을 미쳐 심층적인 이해와 사고를 야기하는 것이다(박인우, 류지현, 조상용, 손미현, 장재홍, 류진선, 장민성, 2017). 체화된 학습을 가능하게 하는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자에게 역동성을 야기하여 활동을 촉진할 수 있다(Lindgren, Tscholl, Wang, & Johnson, 2016). 가상현실에서 사용자의 시뮬레이션 활동 그 자체가 역동성을 향상시킬 수 있다는

측면에서 더 나아가 또 다른 중요한 요소는 바로 객체 혹은 대상으로서 캐릭터의 제스처 및 표정이다. 개발된 프로토타입에 대한 학습자들은 캐릭터의 표정 변화가 다소 정적이거나 미흡하다는 점을 약점으로 언급하면서 보다 현실과 유사한 캐릭터의 표정 변화가 반영될 필요성을 제시하였다. 교수자 역시 개선점으로 캐릭터의 사실적인 구현의 중요성을 언급하였다. 캐릭터의 사실적인 구현과 캐릭터가 나타내는 제스처와 표정을 통해 사용자는 실제와 유사하게 학생이 어떠한 상태인지를 보다 정확하게 파악 가능한 것이다. 사실적인 캐릭터와 제스처 및 표정 변화는 사용자에게 보다 생생한 반응을 제시하므로 동적인 움직임의 속성을 지닌다. 요컨대, 가상 환경에서 캐릭터의 제스처와 표정은 사용자의 내용 이해도모와 학습에 대한 개입 촉진(류지현, 유지희, 2013), 의사소통 촉진(Lozano & Tversky, 2006)의 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 뿐만 아니라 시뮬레이션 활동을 수행하는 사용자 활동의 역동성을 야기하여 궁극적으로 실재감 향상을 나타내는 핵심 요소라고 볼 수 있다.

나. 설계원리와 교육용 시뮬레이션 유형

본 연구에서 개발한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리는 Alessi와 Trollip(1985, 1991)의 네 가지 유형의 교육용 시뮬레이션(절차적, 상황적, 물리적, 과정적)에 적용 가능한 수준을 고려하였다. 이에 따라 각 유형별 교육용 시뮬레이션의 특성을 고려하여 어떠한 도움을 줄 수 있는지에 대해 살펴보하고자 한다.

우선 네 가지 유형의 시뮬레이션을 가상현실에 설계하기 위해서는 탐색, 분석 및 선정, 점진적 설계 중 구조 설계, 활동 설계 단계에 해당하는 원리 모두 효과적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 위한 틀로서 역할을 수행할 수 있다. 현실에서 발생한 문제 선정과 현실 특성에 대한 세밀한 분석, 가상현실에 대한 적합성 판단, 전체 구조와 활동을 고려한 설계를 통해 가상현실에서 사용자의 시뮬레이션 활동이 나타날 수 있기 때문이다. 또한, 가상현실의 특성을 고려하여 볼 때, 미시적 설계 중 조

작 및 선택의 현실성 원리는 네 가지 유형의 시뮬레이션 모두 실제적인 조작 활동에 따른 상이한 결과를 가상의 환경에서 보다 현실적으로 제공할 수 있다는 점에서 중요성을 지닌다. 사용자의 실제적인 시뮬레이션 활동과 이에 대한 상이한 결과가 도출되어 어떠한 활동이 효과적인지를 사용자가 확인할 수 있도록 도움을 줄 것이다.

미시적 측면에서 기능 설계(지원 요소 및 전략)의 원리들도 네 가지 시뮬레이션 유형에 모두 공통적으로 적용 가능하다. 하지만 일반적으로 네 가지 유형의 시뮬레이션은 각각 핵심적인 특성을 지니고 있으므로 각 유형별로 보다 강조해야 할 원리들이 존재한다고 볼 수 있다. 과정적 시뮬레이션은 별도의 물체나 물리적 대상을 조작하기 보다는 여러 변인의 설정과 변수 값을 입력하고 이에 대한 결과를 확인하는 목적을 지닌다. 이는 변인과 변수의 입력에 따른 결과가 무엇인지를 중점적으로 고려해야 한다. 따라서 활동 결과가 나타난 원인과 이에 대한 피드백 등을 제공하여 어떠한 점이 잘못되었는지를 확인하고 활동 전반에 대해 되돌아볼 수 있는 반성적 성찰이 핵심적 원리로서 고려될 수 있다. 이를 통해 사용자는 가상의 환경에서 올바른 결과가 나타나기 위해 고려해야 할 변인과 변수의 값이 무엇인지 확인할 수 있다. 또한, 잘못된 선택을 함에 있어 고려해야 할 부분이 무엇인지를 확인하고 생각해 볼 수 있으므로 변수의 특성을 보다 명확하게 확인할 수 있다.

물리적 시뮬레이션은 물리적 대상에 대한 작동을 통해 학습하는 기회를 제공하는 특성을 지닌다. 특히, 여러 가지 물리적 대상이 어떠한 용도로 활용될 수 있는지를 확인하고 이를 실제로 조작해야 한다. 이를 위해 각 도구나 대상이 어떠한 의미를 지니고 있으며 용도가 무엇인지에 대한 정보 제공을 중점적으로 고려할 필요가 있다. 시뮬레이션 활동에 도움을 줄 수 있는 단서 혹은 힌트 등의 정보를 볼 수 있는 기회를 제공하는 정보 제공의 원리를 통해 사용자는 물리적 대상이나 도구를 언제, 어떻게 조작하는지에 대해 효과적인 습득이 가능할 것이다.

물리적 시뮬레이션이 객체나 대상 자체에 초점을 둔 반면에 절차적 시뮬레이션은 어떤 일이나 의사결정을 수행하는 데 요구되는 일련의 절

차나 순서를 학습하는 목적을 지닌다. 절차적 시뮬레이션은 절차 그 자체가 학습의 초점이 되는 것이다. 특히, 절차는 단순한 형태일 수도 있지만 복잡한 문제 해결 절차가 포함되기도 한다. 이를 위해서 물리적 시뮬레이션과 동일하게 다양한 정보를 효과적으로 제공하는 것뿐만 아니라 시뮬레이션을 진행 함에 있어 단순한 형태에서 복잡한 단계로 이어지는 진행 단계를 고려해 볼 필요가 있다. 특히, 절차가 복잡한 경우 이를 단계별로 구분하여 접근하는 경우 보다 효과적인 절차 학습에 대한 습득이 이루어질 수 있을 것이다.

상황적 시뮬레이션은 각 특수한 상황에서 나타날 수 있는 인간의 태도 및 행동에 관련된 시뮬레이션이다. 주어진 상황에서 사용자가 일종의 역할을 수행하면서 다양한 전략을 탐색하는 활동이 이루어진다. 무엇보다 가상현실에서 상황적 시뮬레이션이 효과적으로 이루어지기 위해서는 사용자가 가상현실로 구현된 상황 안에 존재하고 어떠한 활동을 수행해야 하는지에 대한 방향성 제공을 통해 효과적인 시뮬레이션 활동을 유도해야 한다. 이를 위해 가상 인식의 원리가 중점적으로 반영될 필요가 있다. 이와 함께 사용자가 특정 역할을 수행함에 있어서 생각해 볼 수 있는 기회를 제공해야 한다. 별도의 규칙이 어느 정도 정해진 물리적, 과정적, 절차적 시뮬레이션과 달리 상황적 시뮬레이션은 상황에 따라 적절한 행동이 무엇인지를 생각하여 역할을 수행하는 것이 중요하다. 따라서 사고를 촉진할 수 있는 여러 전략들이 보다 활발하게 적용된다면 사용자의 역할 수행에 대한 생각을 확장시키는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

다. 교수설계 측면에서의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형

교육공학의 학문적 발달과 함께 다양한 맥락에서 효과적인 처방이 이루어지기 위한 노력이 교수설계 모형, 원리 등의 개발 연구를 통해 이루어지고 있다. 대표적 교수설계 모형 중 하나인 Dick과 Carey의 모형은 교육 과정이나 대단위 교육 프로그램에 적합한 대표적 체제 지향 모형으

로 관련된 과학적 지식을 종합적으로 활용하는 절차를 나타내며 체계성이 반영되어 있다. 분석, 설계, 개발, 실행, 평가에 대한 일련의 절차를 제시하고 있는 ADDIE 모형을 포함한 기존 교수설계 모형들은 교수설계 과정 전반에 대한 안내와 가이드를 제공하여 체계적인 처방을 한다는 점에서 의의를 지닌다. ‘그렇다면 본 연구를 통해 개발한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형은 어떠한 특성을 지니는가?’라는 질문을 제시해 볼 수 있다. 이에 대해 본 설계모형이 지닌 특성을 대표적인 교수설계모형 중 하나인 Dick과 Carey의 모형과 비교하여 살펴보면 다음과 같다.

Dick과 Carey와 모형은 학교 교육 맥락 즉, 학교 수업을 개발하기 위한 절차에서 시작하여 다양한 맥락에서 적용되고 있다. 특히, 행동주의와 인지주의 학습 이론을 기반으로 교수 원리, 학습 원리 등의 과학적 지식의 종합화가 이루어진 특성을 지닌다. 보다 효과적인 교수(instruction) 활동이 이루어지기 위해 일련의 체계적 접근을 강조하고 있다. 하지만 Dick과 Carey와 모형은 설계 과정이 일련의 단계로 이루어져 실제 설계에서의 역동성을 반영하지 못한 한계를 지닌다. 또한, 초기 단계에서 산출물이 어떠한 형태로 개발될 것인지에 대한 일종의 프로토타입과 이에 대한 적합성을 확인하는 접근이 이루어지지 않는다. 이는 최종 단계에 도달해야만 수정 혹은 보완이 이루어지므로 기대했던 산출물이 도출되지 않은 결과가 나타날 수 있다.

이와 달리, 본 연구를 통해 개발한 설계모형은 현장에서 이루어지는 설계 과정을 중심으로 효과적이고 효율적인 설계를 가능하게 한다. 그 중 하나는 초기 단계에 설계 개요도를 작성하여 달성 목표, 설계 및 개발의 필요성, 구현 방향을 종합하고 이에 대한 검토 과정을 통한 수정 및 보완이 이루어지는 접근이다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 이를 개발함에 있어 상당한 노력과 시간, 비용이 소요된다. 이 경우 최종 단계에 이르러 형성 평가를 통해 수정 및 보완이 이루어지는 접근은 적절하지 못하다. 최종적으로 도출된 산출물이 잘못되어 최종 단계에 이르러 수정하는 것은 가상현실과 같은 테크놀로지를 활용하는 경우에는 상

당한 위험요소가 될 수 있다. 초기 단계에서 어떠한 산출물을 개발할 것인지에 대한 설계 개요도와 이에 대한 적합성 검토 과정이 반드시 이루어져 설계과정의 효율적인 접근이 이루어지는 점은 기존 전통적 교수체제설계 모형과 상이한 특성 중 하나라고 볼 수 있다.

이와 함께 어떠한 측면에서 분석을 수행해야 하는지에 있어서도 차이를 지닌다. 분석 단계는 체계적이고 조직적인 설계, 개발, 실행, 평가를 위한 출발점으로서 중요성을 지닌다. Dick과 Carey의 모형에서는 특히, 무엇을 학습할 것인지에 대한 교수 목표 및 과제, 대상자가 누구이며 출발점 수준이 어느정도 인지에 대한 학습자 분석을 중점적으로 수행한다. 하지만 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 이상의 접근뿐만 아니라 보다 현실성을 고려한 분석을 수행해야 한다. 실제 현장이나 상황에서 발생하는 문제가 무엇이며 어떠한 환경을 현실적으로 구현해야 하는지 등 많은 측면에서 현실을 기반으로 하기 때문이다. 본 설계모형은 이 점을 반영하여 실제 환경의 여러 요소 중 무엇을 고려해야 하는지, 어떠한 환경적 특성을 지니는지, 현실에서 발생하는 객체의 시각 요소, 배경적 소리, 음성을 포함한 청각 요소가 무엇인지에 대한 고려가 보다 세밀하게 이루어져야 한다는 중요성을 반영하고 있다.

설계 과정의 전략적 접근을 위해 구조화가 이루어졌다는 점은 기존 교수설계 모형과 다른 특성 중 하나이다. 기존 설계모형에서는 대다수 설계 과정의 단계별 접근을 통한 체계성을 강조하고 있다. Dick과 Carey의 모형은 수행 목표에 적합한 평가 도구의 개발, 수업 전략의 개발, 수업 자료의 개발 순으로 이어지는 모습을 지닌다. 본 설계모형은 전체 설계 활동이 체계를 기반으로 조직적인 접근을 강조하고 있으며 프로토타입의 설계를 통한 역동성이 반영되어 있다. 이는 설계의 단계화 및 구조화를 통해 나타난다. 본 연구에서는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 복잡성을 고려하여 설계 단계를 구조에 해당하는 거시적 측면, 중간 수준의 활동 설계, 미시적 측면에서의 지원 요소와 전략에 해당되는 기능 설계 총 세 가지 수준으로 나누어 전략적인 접근이 이루어졌다. 그리고 이에 대한 지속적인 프로토타입 개발과 사용성 평가가 이루어지

는 역동성을 지닌다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션과 같이 다양한 요소들이 서로 복잡하게 연결되어 있어 설계 과정의 복잡성을 지니는 경우 설계 단계의 구조화와 지속적인 프로토타입의 개발 및 사용성 평가의 통합적 접근은 보다 효과적인 설계를 가능하게 하며 이는 기존 전통적 설계모형과 상이한 점이라고 볼 수 있다.

다음으로 가상현실과 같이 상당히 다양한 요소나 기술적 특성들이 서로 복잡하게 연결되는 복잡성을 지닌 경우 설계모형을 어떻게 제시해야 하는지에 대한 접근을 고려해 볼 수 있다. 현재까지 교육공학적 연구에서의 설계모형은 크게 두 가지로 요소들의 관계성을 나타내는 개념 모형과 구체적 절차를 안내하는 절차 모형으로 연구가 이루어지고 있다(Lee & Jang, 2014). 두 가지 설계모형 모두 대상자에게 설계 요소에 대한 이해와 핵심적인 사항을 안내한다는 점에서 상당한 중요성을 지닌다. 그중, 본 연구에서는 설계 단계의 중요성을 고려하여 절차 모형에 대한 개발이 이루어졌다. 특히, 절차 모형을 개발함에 있어 모형의 전체적인 특성을 나타내는 일반적인 절차 모형과 구체적인 절차를 나타내는 상세화된 구체적 절차 모형을 개발하였다. 절차 모형을 두 가지로 세분화하여 접근이 이루어진 본 연구를 통해 설계자들은 설계모형을 접근할 때 직면할 수 있는 막연함을 감소함과 동시에 설계모형과 단계의 이해를 높이는 데 도움이 되었다는 점을 확인해 볼 수 있었다. 이는 가상현실과 같이 복잡한 특성을 지녀 다양한 요소들을 고려하는 복잡성을 지니는 경우, 절차 모형을 두 가지로 세분화하는 접근을 통해 보다 효과적으로 접근할 수 있다는 점을 나타낸다.

라. 학습 측면에서의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형과 원리는 학습 측면에서 학습 경험의 확장, 장기기억의 저장 촉진, 효과적인 정보 처리, 학습을

위한 심층적 접근 측면에서 도움을 줄 것이다.

1) 학습 경험의 확장

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 사용자는 학습 경험의 확장이 이루어질 것이다. 가상현실은 현실에서 접근하기 어려운 현상을 가상의 안전한 상황에 구현하여 반복적인 훈련이나 연습을 통해 실제적인 지식 및 기술을 도모한다. 실제 현장에서 훈련이나 교육을 실시하기에 쉽지 않아 이전에 가능하지 않았던 분야나 영역에 대해 사용자의 학습 경험을 양과 질적인 측면에서 확장시켜 줄 수 있다(Freina & Ott, 2015; Elliman, Loizou, & Loizides, 2016). 예컨대, 역사 교육에서는 과거로 되돌아가 당시의 도시를 탐구할 수 있다. 과학 교육에서는 가상현실에서 태양계 주위를 탐험하거나 행성에 영향을 미칠 수 있는 변수에 대한 조작이 가능하다. 의학교열이나 항공, 화재 등의 훈련 분야에서는 해당 상황과 유사한 분야에서 절차나 의사결정에 대한 학습이 이루어지거나 도구의 활용 방법에 대한 훈련이 가능하다.

컴퓨터 기반의 교육용 시뮬레이션이나 이러닝 등 기존 테크놀로지를 통한 접근에서는 이상의 학습 경험을 보다 현실적으로 제공하지 못한 한계를 지닌다. 하지만 가상현실은 현실에서 접근하기 어려운 다양한 맥락과 분야에서 교육 및 훈련을 가능하게 한다. 이는 궁극적으로 사용자에게 학습 현장에 대한 경험의 양적 및 질적 확장에 도움을 줄 수 있다.

2) 장기기억의 저장 촉진

가상현실에서의 시뮬레이션 활동이 실제 현실로 전이되기 위해서는 시뮬레이션 활동이 장기기억에 저장되어야 한다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 효과적 설계를 통해 사용자의 시뮬레이션 활동과 제공되는 정보들이 장기기억에 저장되어야 현실에서 유사한 문제나 상황을 직면하였을 때 이에 대한 회상이 가능하다. 만약, 장기기억에 저장이 이루어지

지 않는다면 실제 문제에 직면했을 때, 훈련했던 경험과 정보를 인출 할 수 없기 때문이다.

실제 현실에서의 문제와 맥락적 요소의 반영, 현실과 유사한 환경 구현, 단서나 힌트 등의 제공, 현실과 동일한 시뮬레이션 활동이 이루어져야 한다는 점을 반영한 본 설계모형과 원리는 사용자에게 가상현실에서 시뮬레이션 활동을 장기기억에 저장할 수 있도록 촉진할 수 있다. 효과적인 설계를 통한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 사용자의 장기기억에 저장을 촉진할 수 있다는 점은 부호화 특수성 이론(encoding specificity theory)(Tulving & Thomson, 1971) 측면에서 확인해 볼 수 있다. 부호화 특수성 이론은 정보를 입력하는 시점에서 해당 정보를 포함한 환경 및 맥락적 정보, 활동에 도움이 되는 단서나 힌트(cue)가 함께 저장되어 장기기억에 부호화가 이루어지며 유사한 상황을 직면하였을 경우 이에 대한 정보들이 함께 인출된다는 점을 강조한다(Eysenck & Keane, 2015). 시간이 지난 후 이전에 경험한 문제나 상황과 유사한 경우를 직면하게 되는 경우 저장한 시점의 정보를 보다 효과적으로 인출할 수 있다. 가상현실은 다양한 맥락적 정보와 단서, 힌트 등과 함께 활동에 대한 정보를 제공한다(Plancher, Barra, Orriols, & Piolino, 2013). 이 점을 고려하여 볼 때, 사용자는 현실을 기반으로 한 접근과 구현, 문제 해결에 도움을 줄 수 있는 힌트나 단서의 제공 등이 가능한 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 보다 효과적인 장기기억에의 정보 저장을 촉진하여 실제 현실에서 이를 인출하는데 도움을 줄 수 있다.

3) 효과적인 정보 처리 향상

새로운 테크놀로지의 등장은 다양한 교육적 활용 가능성을 지닌다. 여기서 무엇보다 중점적으로 고려해야 하는 것은 새로운 기술 그 자체라기보다는 기술의 활용을 통해 어떻게 학습을 지원할 수 있는가이다(Mayer, 2018). 즉, 가상현실이 지닌 기술적 기능을 활용하는 것에 초점을 두기보다는 이를 활용하여 어떻게 활동을 구성하고 지원할 것인가를

사용자 관점에서 고려해야 한다. 콘텐츠가 구현되는 플랫폼이나 기술에 따라 최적으로 적용 가능한 설계원리가 상이할 수 있기 때문이다(김보은, 이예경, 2011).

특히, 본 연구에서 확인된 강점에 해당하는 사용자 반응 중 하나는 가상현실에서의 시뮬레이션 활동에 대한 단계별(단순-복잡의 운영) 구조 측면이다. 실제 오프라인 강의나 온라인 교육이 주차별 학습 내용(content) 혹은 과제(task) 단위별로 구분하여 접근이 이루어지는 것처럼 가상현실에서의 교육용 시뮬레이션 활동도 사용자가 달성해야 할 목표를 세분화하여 구분할 필요가 있는 것이다. 구현된 가상현실 속에서 사용자가 시뮬레이션 활동을 수행함에 있어 사용자의 정보 처리 능력 수준을 고려한 단계별 접근은 효과적인 학습을 도모할 수 있다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 맥락에서도 학습자의 기억 용량을 고려하여 효과적인 정보 처리가 가능하도록 내용을 조직하여 분절적으로 제공하거나 난이도를 고려하여 일반적 수준에서 심화 내용으로 제시하는 것이 효과적이라는 연구 결과(Mayer, 2011)를 지지한다. 현실에서 직면하는 복합적인 문제에 대해 부분적으로 연습을 한 후 통합적으로 접근하는 것은 학습자의 인지 부하를 감소시킬 수 있다(van Merriënboer, Clark, & de Croock, 2002).

4) 학습을 위한 심층적 접근 촉진

교육공학, 수행 공학, 인적자원 개발(HRD) 등의 분야에서 활발하게 이루어지고 있는 접근 중 하나는 학습자가 표면적인 수준의 내용에 대한 이해를 넘어 전문가와 유사한 지식의 통합 등이 가능한 ‘학습을 위한 심층적 접근(deep approach to learning)’을 어떻게 달성할 수 있을지에 대한 전략이다. 특히, 초보자는 실제적인 문제나 상황에 직면하였을 때, 적절한 스키마 형성이 되어 있지 않아 인지적 처리에 어려움을 직면하게 된다(Dolmans, Loyens, Marcq & Gijbels, 2016; Wang, Kirschner, & Bridges, 2016). 이 경우, 다양한 접근이 가능하지만 심층적 학습이 이루

어질 수 있기 위해서는 사용자 즉, 학습자에게 도움을 제공할 수 있는 방안으로 스캐폴딩을 고려해야한다(Metcalf, Reilly, Kamarainen, King, Grotzer, & Dede, 2018). 초보자가 전문가로서 발전해 나가는 과정인 인지적 도제 모델(cognitive apprenticeship modeling) 관점에서 스캐폴딩은 가상현실, 컴퓨터 등과 같은 테크놀로지 환경에서 정보를 제공하거나 메타인지적인 측면에서 자기 점검을 가능하게 한다(Ge et al., 2010). 컴퓨터와 같은 테크놀로지에서의 스캐폴딩 제공은 전문가와 같은 지식 구조를 형성할 수 있도록 사용자의 인지 구조 변화를 야기할 수 있다(Lajoie & Derry, 2013).

본 설계모형에서의 점진적 설계 단계 중 미시적 측면(micro-level)에서 이루어지는 지원 요소 및 전략에 대한 기능 설계는 이상의 스캐폴딩의 성격을 지닌다. 이에 대해 학습자들의 ‘시뮬레이션 활동을 유발하고 촉진한다’, ‘적절하게 행동을 해야 하는지를 생각나게 한다’, ‘현재 나의 활동에 대한 수준을 확인하게 한다’ 반응을 통해 활동에서의 지원적 요소로서 스캐폴딩의 중요성을 확인해 볼 수 있었다. 이상의 반응은 학습 과제에 직접적인 도움이나 단서를 제공하는 과제 지원 스캐폴딩 제공이 학습자의 활동을 보다 촉진할 수 있다는 점과 메타인지적 특성을 지닌 자기점검 스캐폴딩을 통해 활동 과정을 점검하게 하여 활동에 대해 다시 되돌아 볼 수 있는 기회를 제공한다는 연구 결과(송해덕, 신서경, 2010; 박지연, 이예경, 2014; Ge & Land, 2004)를 지지한다.

마. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 실천 전략

이상의 내용 및 이론적 논의와 함께 실천적 측면에서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 전략을 제시하면 다음과 같다.

1) 설계원리 및 모형 적용에서의 고려 사항

본 연구는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 원리와 모형을 개발하고 이에 대한 사용자 반응을 확인하기 위해 프로토타입 개발이 이루어졌다. 개발한 설계원리와 모형을 적용하여 프로토타입을 개발하는 과정에서 보다 효과적인 적용이 이루어지기 위해 고려해야 할 사항을 제시하면 다음과 같다.

먼저, 복잡성을 고려하여 설계팀 단위의 접근이 이루어져야 한다. 가상현실을 포함한 교육용 시뮬레이션을 보다 효과적으로 설계하기 위해서는 사용자 특성, 시나리오, 개념적 특성, 구현 도구 등의 다양한 요소를 고려해야 한다(Becker & Parker, 2012; Becker, Parker, & McNulty, 2012). 이에 대해 한 개인이 접근하는 것은 다소 한계를 지닐 수 있으므로 본 연구와 같이 설계팀 단위의 접근이 이루어진다면 설계원리 및 모형의 보다 효과적인 적용을 가능하게 할 것이다.

다음으로 구현 과정에서 개발자가 어떠한 도구나 프로그램을 활용하느냐에 따라 상이한 결과가 도출될 수 있다. 즉, 개발자가 지닌 역량의 수준에 따라 최종적으로 도출되는 산출물이 상이하게 나타날 수 있는 것이다. 매력적인 개념적 설계로서 스토리보드가 개발된다 하더라도 개발자가 이를 구현하지 못할 가능성을 지닌다. 상당한 노력과 시간이 소요되었지만 그럼에도 불구하고 최종 산출물이 제대로 도출되지 못하는 경우가 나타날 수 있는 것이다. 따라서 콘텐츠를 구현하는 개발자가 어느 정도의 역량을 지니며 사용 가능한 도구나 프로그램이 무엇인지를 고려하여 효과적인 구현과 개발이 이루어질 수 있는지를 확인해야 한다.

마지막으로 외부 전문가가 설계원리 및 모형이 구현하는 과정에서 제대로 이루어졌는지를 확인하는 검토 과정이 필요하다. 본 연구에서는 총괄 및 관리자가 설계 팀에 포함되어 전체 설계 및 개발을 검토하는 역할을 수행하였다. 특히, 설계 및 개발과정에서 설계모형 및 원리가 제대로 적용되고 있는지에 대해 총괄 및 관리자로서 역할을 수행한 본 연구자와 설계 팀 구성원 간의 논의를 통한 확인이 이루어졌다. 하지만 이는 적용

과정에 대한 검토가 다소 주관적으로 이루어질 수 있다. 따라서 외부 전문가가 개발한 설계모형과 원리를 기반으로 이를 프로토타입에 적용하는 과정에서 적절하게 반영되고 있는지를 확인하는 역할을 수행하는 과정을 고려해 볼 필요가 있다.

2) 가상현실 프로토타입 개발 수준과 사용성 평가 고려 요소

가상현실은 입체적 탐색을 가능하게 하는 기술적 특성을 지녀 탐구, 시뮬레이션 등의 활동이 효과적으로 수행될 수 있다. 새로운 테크놀로지의 발전은 설계자를 포함한 설계 영역 관련 이해 당사자들에게 한 가지 의문점을 던질 수 있다. ‘효과적인 사용자의 반응을 확인하기 위해 프로토타입을 어느 정도 수준으로 개발하고 사용성 평가를 실시해야 하는가?’ 이다.

사실상, 프로토타입의 개발 수준에 대해서는 사용자 인터페이스 영역에서 다양한 형태의 접근이 이루어지고 있다(Camburn et al., 2017). 2000년대의 경우 인터넷 환경에서의 하이퍼텍스트 특성을 고려하여 인쇄물이나 2차원적 형태의 프로토타입 개발이 이루어졌다(나일주, 한안나, 2006; 임철일, 김민강, 김윤정, 2005; Grady, 2000). 이후 실감형 콘텐츠, 게임 등의 3차원 특성을 지닌 테크놀로지를 활용하는 경우나 입체적인 특성을 지닌 대상의 프로토타입은 충실도의 수준은 다양하게 접근되고 있다(김나영, 2015; 황윤자, 김성미, 2014; Shen et al., 2016).

본 연구에서는 가상현실의 3차원적 특성을 고려하여 중간 수준의 충실도(medium-level fidelity)를 지닌 프로토타입을 개발하였다. 실제와 동일한 형태의 높은 충실도 수준을 지닌 프로토타입이 아닌 핵심적인 사항에 대해 부분적으로 3차원 마크 업 도구를 활용하여 구현한 것이다. 각 부분에 대한 설명은 일종의 스토리보드 형태로 개발하여 사용자에게 제시하였으며 객체의 움직임 등의 반응에 대한 부분은 동영상으로 추출하여 결과로서 보여주었다. 개발의 한계성을 지니기도 하였지만 중간 수준

의 프로토타입의 개발과 이를 통한 사용성 평가가 이루어진 본 연구에서는 실제적인 반응을 확인해 볼 수 있었다. 이는 프로토타입의 수준에 따른 사용성 평가 결과에 대한 분석을 수행한 Sauer, Seibel와 Rüttinger(2010)의 결과와 동일한 것이다. Sauer와 동료들(2010)은 완벽하게 구현하기 어려운 높은 수준의 프로토타입의 접근이 이루어지지 않더라도 이에 대한 주요 특성을 지니는 중간 수준의 충실도를 지닌 프로토타입의 활용은 개선점이나 문제점 등에 대한 발견에 효과적으로 이루어짐을 확인하였다. 이는 가상현실과 같은 새로운 테크놀로지의 활용을 하고자 하는 연구들이 현실적으로 접근할 수 있는 실제적 방법 중 하나라고 볼 수 있다.

다만, 여기서 한 가지 분명하게 고려해야 하는 점이 있다. 이는 사용성 평가의 대상자 특성이다. 개발한 프로토타입에 대해 사용성 평가를 하는 방법에는 면담, 설문, 체크리스트 등의 다양한 접근이 가능하다(임철일, 연은경, 2015). 하지만 높은 수준의 충실도를 지닌 프로토타입이 아닌 경우에는 완성된 형태의 특성을 이해하는 대상으로 한정해야 한다(Derboven, De Roeck, Verstraete, Geerts, Schneider-Barnes, & Luytn, 2010). 만약 특성을 알지 못하는 대상으로 한하여 면담이나 설문을 진행하는 경우 이해하기 어려울 뿐만 아니라 기능상의 문제점에 초점이 맞추어질 수 있기 때문이다. 따라서 사전 지식이나 경험을 지닌 대상으로 한정하여 사용성 평가를 실시하는 것은 보다 효과적인 반응을 도출할 수 있는 고려 요소라 볼 수 있다.

2. 결론 및 제언

가. 요약 및 결론

본 연구는 가상현실 등 새로운 테크놀로지의 교육적 활용 가능성이 모색되고 있는 현 상황(나일주, 조은순, 2016, Pajong & Mayer, 2018)에서 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 효과적으로 설계하기 위한 원리와 모형을 개발하는 목적을 지닌다. 원리와 모형의 개발과 함께 이의 적용을 통한 프로토타입 개발 과정에서의 설계자 의견과 개발된 프로토타입에 대해 교수자와 학습자의 반응을 실제적으로 확인하였다. 기존 이러닝 등 온라인 학습 환경에서의 전통적인 콘텐츠가 지닌 내용 전달 중심 접근에서 나아가 활동을 어떻게 촉진할 수 있을 것인가에 대한 학습 설계의 중요성(임철일, 한형중, 정다은, Yunus Emre, 홍정현, 2017; 임철일, 홍성연, 김선영, 2012)이 강조되고 있다. 학습 설계의 개념을 확장하여 볼 때, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 시뮬레이션 활동을 촉진 및 지원하기 위한 설계가 이루어져야 한다. 더 나아가 시뮬레이션 활동을 포함하여 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계할 때 반영해야 할 핵심적인 내용들이 무엇인지에 대해 종합적으로 고려해야 한다. 이상의 중요성을 반영한 본 연구의 주요 결과를 제시하면 다음과 같다.

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 개념적 구성요소에는 총 세 가지로 이루어진다. 내용적 측면에서 현실에서의 실제적 경험과 교육 목표의 고려, 학습 활동의 실제성을 반영한 ‘맥락적 시나리오’, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 시뮬레이션 활동을 유도 및 안내하는 ‘시뮬레이션 행위 유발성’, 활동 측면에서 가상현실 테크놀로지를 기반으로 사용자가 보다 능동적이고 실제적인 시뮬레이션 활동을 수행하고 이에 대한 반응이 나타나야 하는 ‘실제적 활동 및 반응’이다. 이상의 구성요소를 기반으로 1) 현실 문제 부합성의 원리, 2) 가상현실 기술 적합성의 원리, 3) 현실 환경 유사성의 원리, 4) 구조 계획의 원리, 5) 전문가 접근 구현의 원리, 6) 활동 전개 구성 원리, 7) 단순-복잡의 진행 원

리, 8) 가상 인식의 원리, 9) 조작 및 선택의 현실성 원리, 10) 정보 제공의 원리, 11) 사고 촉진의 원리, 12) 반성적 성찰의 원리 총 열 두개의 설계원리와 이에 포함되는 지침을 개발하였다.

다음으로 보다 효과적이고 효율적인 설계가 이루어질 수 있도록 이를 가시적으로 나타낸 설계모형을 개발하였다. 최종적으로 도출된 설계모형은 크게 두 가지로 설계의 일반적 특성을 함축적으로 나타내는 ‘일반적 절차 모형’, 구체적 단계와 내용이 포함된 ‘상세화된 구체적 절차 모형’으로 구성되어 있다. 모형의 일반적 단계에는 ‘탐색’, ‘분석 및 선정’, ‘점진적 설계’, ‘구현 및 검증’, ‘유지 및 관리’로 구성되어 있다. 탐색 단계는 현실에서 발생하는 문제가 무엇인지를 탐색하고 목적 및 목표의 설정을 통해 설계팀이 설계 전반에 대한 이해와 공감을 하는 것이다. 분석 및 선정 단계는 핵심 사건에 대한 원인 분석과 사용자 분석, 시뮬레이션 유형 선정, 분석 결과의 핵심을 고려한 설계 개요도 작성, 이에 대한 내용과 기술적 측면에서의 적합성 검토, 현실 환경 및 객체 분석이 이루어진다. 점진적 설계 단계는 분석 내용을 바탕으로 실제적 구현을 하기 위한 개념적 형상화를 하는 목적으로 거시적인 측면에서의 시나리오 및 구조 설계, 중간 수준에서의 활동에 따른 스토리보드 설계, 미시적 측면에서의 시뮬레이션 활동을 지원하는 다양한 지원 요소 설계의 점진적 설계가 포함된다. 구현 및 검증 단계는 실제 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 형태의 개발과 이에 대한 지속적인 오류 확인 및 수정이 이루어진다. 마지막으로 유지 및 관리는 주기적인 점검을 통해 콘텐츠 전반에 대한 수정 및 보완 등을 실시하여 질적 관리를 실시하는 단계이다.

본 연구는 가상현실을 기반으로 한 교육용 시뮬레이션의 최적화된 설계를 위한 원리를 종합적으로 탐색하였다는 점에서 의의를 지닌다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계 및 개발하는 설계자들이 따라야 할 구체적인 절차와 단계를 총체적으로 탐색하여 이를 안내하는 절차 모형을 통해 처방을 하였다는 점에서 의의를 지닌다. 또한, 기존 교수설계가 적용된 평생교육, 기업교육, 고등교육 등에서 벗어나 본 연구는 가상현실이라는 새로운 테크놀로지의 효과적인 교육적 활용이 이루어지기 위해

구체적인 처방이 필요한 가상현실 분야 영역에 교수설계의 처방적 지식을 확장하였다. 특히, 기술적 특성을 중점적으로 고려하기보다는 기술적 특성 위에 교육이나 학습의 효과성을 향상시키기 위한 접근이 반영되어 학습의 촉진과 수행의 향상이 이루어졌다는 점에서 의미를 지닌다. 대학 및 학교 교육에서는 이전에 가능하지 않았던 학습 경험을 확장할 수 있다는 점에서 긍정적인 영향을 미칠 것이다. 마지막으로 본 연구는 가상현실을 기반으로 한 교육용 콘텐츠가 향후 미래 사회에서 활동을 중심으로 한 원격교육 및 온라인 콘텐츠로 활용될 가능성에 대한 교육적 대응과 이를 실제적으로 구현하는 한 가지 사례로서 의미가 있다.

나. 연구의 한계 및 제언

본 연구에서는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 효과적으로 설계하기 위한 원리와 모형을 개발하였다. 특히, 설계원리 및 모형을 도출하는 과정에서 교육공학 분야의 전문가뿐만 아니라 가상현실 관련 대학 교수자, 실제 현장에서의 설계자 및 개발자, 관련 경험을 지닌 전문 연구자 등이 참여함으로써 최근 미래 지향적 기술로 고려되고 있는 가상현실 테크놀로지를 기반으로 한 교육용 시뮬레이션 콘텐츠를 어떻게 최적으로 설계할 수 있을지에 대해 종합적으로 안내하였다.

또한, 설계모형의 적용을 통한 프로토타입의 개발이 이루어졌다. 스케처(sketcher), 개념적 설계자(conceptual designer), 기술자(developer)가 포함된 설계팀을 구성하여 실제로 원리 및 모형을 적용하면서 인식한 강점, 약점, 개선점 측면에서 사용자 경험에 대한 반응을 확인하였다. 개발된 중간 수준의 충실도(medium-fidelity)를 지닌 프로토타입에 대해 교수자와 학습자에 대한 사용자 반응에 대한 확인이 이루어졌다. 이를 통해 도출한 설계원리 및 모형이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 효과적인 설계를 도모할 수 있으며 적용 가능하다는 점을 확인해 볼 수 있었다. 이상의 중요성을 지니지만 본 연구는 다음과 같은 한계점을 지니며 이에 따른 추후 연구를 제안하고자 한다.

첫째, 네 가지 유형의 교육용 시뮬레이션 각각에 최적화된 설계원리에 대한 확인이 필요하다. 본 연구는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계를 위한 설계모형과 원리를 개발하는 목적을 지닌다. 특히, 개발한 설계원리는 일반적 수준에서 네 가지 유형의 교육용 시뮬레이션(절차적, 상황적, 물리적, 과정적)에 모두 적용할 수 있는 수준으로 고려하였다. 이 점은 도출한 설계원리들이 각각의 유형에 다소 상이한 중요성을 지닐 수 있다는 가능성을 지닌다. 예컨대, 도출한 원리를 기반으로 상황적 시뮬레이션 특성을 지닌 프로토타입의 개발이 이루어졌지만 사용자에게 제공하는 설명적 피드백이 다른 유형의 교육용 시뮬레이션에서는 이에 대한 중요성이나 효과성이 상이하게 나타날 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 도출한 설계원리를 기반으로 네 가지 유형의 교육용 시뮬레이션에 해당하는 프로토타입의 개발을 통한 형성적 연구를 실시하여 각 유형에 최적화된 설계원리를 도출할 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서는 일부 소수의 교수자와 학습자를 대상으로 사용자 반응에 대한 자료 수집 및 분석이 실시되었다. 가상현실을 경험해 본 대상자로 한정함으로써 보다 정확한 의견을 확인해 볼 수 있었지만 참여한 교수자와 학습자의 수가 다소 적어 일반화의 한계를 지닐 수 있다. 따라서 실제적인 의견을 줄 수 있는 다양한 교수자와 학습자를 대상으로 추가 연구를 수행함으로써 설계모형의 개선점 등을 살펴볼 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서는 학습 효과성에 영향을 미치는 요소로서 설문을 활용하여 학습자 대상의 가상 실재감을 측정하였다. 학습자가 인식하는 가상 실재감은 가상현실과 같은 실감형 미디어를 활용 함에 있어 학습에 영향을 미치는 핵심 요소이다. 하지만 가상현실은 시각, 청각, 촉각 등의 여러 감각적 요소를 활용하는 특성을 지닌다. 따라서 가상현실의 특성을 고려하여 생체 심리적 반응이 어떻게 나타나는지를 뇌 기능 자기공명 영상(functional Magnetic Resonance Imaginig, fMRI), 뇌파도(ElectroEncephaloGram, EEG), 심장박동(Heart Rate, HR) 등을 활용하여 사용자의 인지, 정의, 신체적 반응을 확인할 필요가 있다. 이를 통해 교육적 효과성을 보다 정밀하게 검증할 필요가 있다.

넷째, 도출된 설계원리 및 모형의 적용을 통해 개발된 프로토타입 과정에 대한 타당화가 보다 객관적으로 이루어져야 필요가 있다. 본 연구에서는 개발된 설계원리 및 모형의 적용을 통해 프로토타입이 이루어졌다. 그 과정에서 설계원리 및 모형이 제대로 적용되었는지에 대해 총괄 및 관리자로서 역할을 수행한 연구자와 설계팀에 포함된 구성원 간의 논의와 확인을 통해 이루어졌다. 이 부분은 설계원리 및 모형 적용에 대해 다소 주관적인 성격을 지닌다. 향후 연구에서는 이 점을 고려하여 설계원리 및 모형 적용을 통해 프로토타입 등의 산출물을 개발하는 과정에서 외부 전문가 혹은 교수설계자를 대상으로 적용 과정에 대한 객관적인 타당화가 이루어질 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 김경훈 (2005). 가상현실에서 햅틱을 활용한 실시간 인터랙티브 비주얼 시뮬레이션 고찰. 한국디자인포럼, 11, 9-19.
- 김나영 (2015). 초등 교과 학습 도구로서의 게임 개발 방법론. 한국게임학회 논문지, 15(2), 53-61.
- 김보은, 이예경 (2011). 스마트 패드 기반 학습 프로그램에서 멀티미디어 학습에 관한 인지이론적 원리의 적용가능성 탐색. 한국콘텐츠학회논문지, 11(12), 986-997.
- 김선영 (2013). 전문성 수준에 적응적인 학습활동 중심 이러닝 설계전략 개발. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 김선희 (2014). 디지털 매체를 활용한 포럼연극 수업설계 모형 개발. 미간행 박사학위논문, 서울대학교 대학원.
- 김성욱, 임철일 (2017). 모바일 탐구학습을 위한 수업설계의 개념모형 개발 연구: 테크놀로지 통합을 중심으로. 교육공학연구, 33(2), 327-364.
- 김영운, 김은남, 정찬용, 고희동, 김현택 (2002). 생체신호 피드백을 적용한 가상 주행환경에서 사이버멀미 감소 효과. 감성과학, 5(2), 29-34.
- 김용완, 박진아 (2010). 가상현실 기술을 이용한 가상 조립시뮬레이션에 대한 연구. 멀티미디어학회논문지, 13(11), 1715-1727.
- 김현진, 김은영, 이은상, 계보경, 이은환 (2017). 미래 학교 설립, 운영 모델 개발 연구. 한국교육학술정보원.
- 김희배, 박인우, 임병노 (2005). 대학 e-러닝 콘텐츠 공동 개발 및 활용 유통 활성화 방안 연구. 한국교육학술정보원 연구보고서.
- 김희수 (2014). 3D 파노라마 가상 현실 기술을 이용한 지질 답사 학습 자료의 개발과 적용. 한국지구과학회지, 35(3), 180-191.
- 김희수, 신영숙, 김여상, 서명석 (2001). 지구과학교과교육을 위한 웹기반 3 차원 가상현실 기법의 활용. 교육공학연구, 17(3), 85-106.
- 나일주 (2016). 교수설계이론 및 모형. 나일주, 조은순 (편). 교육 공학 탐구. 서울: 박영사.
- 나일주 (2010). 교육공학 관련 이론. 파주: 교육과학사.
- 나일주, 김세리 (2006). 이러닝 학습환경에서의 학습용 웹 화면의 구성 요소에 대한 학습자 인식 분석. 기업교육과 인재연구, 8, 60-80.

- 나일주, 성은모 (2007). 웹 기반 학습환경에서 그림자료와 텍스트 내용과의 관련성이 내용이해 및 학습만족도에 미치는 효과. *아시아교육연구*, 8(4), 1-22.
- 나일주, 성은모, 박소영 (2010). 초등학생의 시각화 경향성이 문제해결력 및 문제 해결과정에 미치는 효과. *초등교육연구*, 23(4), 509-534.
- 나일주, 이지현 (2011). 정보 요약의 과정 및 원리 탐구: 최우수 학습자들의 노트 필기 전략 분석을 중심으로. *교육공학연구*, 27(2), 365-399.
- 나일주, 정현미 (2001). 웹 기반 가상교육 프로그램 설계를 위한 활동모형 개발. *교육공학연구*, 17(2), 27-52.
- 나일주, 한안나 (2006). 전자 텍스트 설계에서 시각지능 이론을 적용한 시각적 조직자 프로토타입 개발 연구. *평생학습사회*, 2(2), 137-161.
- 노은희, 이재무 (2008). 초등 경제 교육을 위한 시뮬레이션 코스웨어 개발. *정보교육학회논문지*, 12(1), 23-32.
- 류지현, 유승범 (2016). 가상현실 기반 수업 시뮬레이션의 시나리오 내용이 예비 교사의 교사효능감과 가상실재감에 미치는 효과. *교육정보미디어연구*, 22(3), 633-652.
- 류지현, 유지희 (2013). 학습용 에이전트의 제스처와 얼굴표정이 학습이해도 및 의인화 효과에 미치는 영향. *감성과학*, 16(3), 281-292.
- 박경선, 나일주 (2011). 교수-학습 환경에서의 맥락설계원리 및 모형 개발 연구. *교육정보미디어연구*, 17(1), 1-37.
- 박성익, 임철일, 이재경, 최정임 (2015). *교육방법의 교육공학적 이해(제5판)*. 파주: 교육과학사.
- 박성익, 임철일, 이재경, 최정임 (2011). *교육방법의 교육공학적 이해 (제4판)*. 파주: 교육과학사.
- 박소연, 배교화, 이재운, 김동호 (2013). 가상현실 기반 단계별 학습을 통한 자동 차정비훈련시스템. *정보과학회논문지*, 19(12), 663-667.
- 박인우, 류지현, 조상용, 손미현, 장재홍, 류진선, 장민성 (2017). 증강현실과 가상 현실 콘텐츠 이해 및 교육적 활용 방안. 대구: 한국학술정보진흥원.
- 박정환, 정동욱 (2009). 예비교사의 수업기술 향상을 위한 컴퓨터 시뮬레이션 활용 모형 연구. *학습자중심교과교육연구*, 9(1), 1-27.
- 박정호, 최은영 (2018). VR 콘텐츠의 인지에 미치는 시지각 요인이 실재감에 미치는 영향에 관한 연구. *한국정보통신학회논문지*, 22(7), 985-992.
- 박지연, 이예경 (2014). 스캐폴딩 유형에 따른 스토리텔링 활용 웹기반 협력학습

- 의 교육적 효과. 교육공학연구, 30(4), 805-837.
- 배재한, 노기영 (2015). 가상현실 시뮬레이션 게임의 학습효과에 대한 실험연구. 한국컴퓨터게임학회논문지, 28(2), 103-111.
- 백영균 (2010). 가상현실공간에서의 교수-학습. 파주:학지사.
- 서은영 (2012). 시뮬레이터와 표준화 환자를 이용한 간호 시뮬레이션 교육의 이론적기틀 개발. 한국간호교육학회지, 18(2), 206-219.
- 서희전 (2008). 증강현실기반 학습 환경에서 학습자의 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도의 관계 연구. 교육정보미디어연구, 14(3), 137-165.
- 소요환 (2016). 가상현실 시뮬레이션 학습의 현존감과 매개변인 몰입이 학습성과에 미치는 영향. 커뮤니케이션 디자인학연구, 57, 57-69.
- 손미 (1996). 원리학습용 컴퓨터 시뮬레이션 설계이론에 관한 형성적 연구. 교육공학연구, 12(2), 171-185.
- 송상호, 이지현 (2016). 대학교육 혁신과 교육공학. 나일주, 조은순 (편). 교육공학 탐구. 서울: 박영사.
- 송은지, 정아름 (2017). 가상현실 사이버멀미 완화에 관한 연구. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 18(3), 429-434.
- 송해덕, 신서경 (2010). 멀티미디어 기반 문제중심학습 환경에서 스캐폴딩 설계원리 탐색. 열린교육연구, 18(3), 149-164.
- 안희두, 서만호, 이순천, 정희경 (2018). VR 교육 콘텐츠의 실재감과 상호작용 효과 연구. 한국 HCI 학회 학술대회 자료집, 903-906.
- 신성철, 박영만 (2010). HMS 를 이용한 대잠탐색 패턴분석을 위한 시뮬레이터 개발. 한국시뮬레이션학회논문지, 19(2), 99-106.
- 안정미, 조지영 (2018). 디자이너의 공간지각 능력 향상에 기여하는 VR 과 AR 의 가능성에 관한 연구. 한국실내디자인학회 학술대회논문집, 20(3), 47-49.
- 유병민, 박성열, 임정훈 (2005). 학습 스타일에 따른 이러닝 콘텐츠 개발 유형에 대한 선호도 연구: K 대학 사례를 중심으로. 교육정보미디어연구, 11(3), 115-134.
- 유승범, 류지현 (2017). 예비교사를 위한 HMD 기반의 수업 시뮬레이션의 개발: 시나리오 유용성 및 가상실재감 지각의 차이. 교사교육연구, 56(3), 309-323.
- 이길행, 김기홍, 박창준, 이현주, 전우진, 조동식, 권승준, 홍성진, 권은옥 (2018). 가상현실 증강현실의 미래. 서울:콘텐츠하다.
- 이다솜, 김덕주 (2018). XBox Kinect 를 이용한 가상현실 훈련이 뇌졸중 환자의

- 상지 기능과 일상생활활동에 미치는 효과. 대한고령친화산업학회지, 10(2), 53-63.
- 이동주, 임철일, 임정훈 (2009). 원격교육론. 서울: 한국방송통신대학교 출판부.
- 이상욱 (2017). 체화된 인지 관점으로 본 가상현실 기술의 현재와 미래. 한국문학연구, 54, 39-63.
- 이선옥, 엄미란, 이주희 (2007). 시뮬레이션 교육의 간호학 적용. 한국간호교육학회지, 13(1), 90-94.
- 이성태, 이향아, 양호일 (2007). 3차원 가상 시뮬레이션 기법을 적용한 사이버대학 교육 콘텐츠 설계. 한국디자인포럼, 16, 281-290.
- 이애영 (2014). 간호시뮬레이션 수업설계 모형개발. 미간행 박사학위논문, 한양대학교 대학원.
- 이인숙, 권혁준 (2004). 시뮬레이션 게임에서 몰입, 정보처리 전략, 성취수준간의 관련성 규명. 교육공학연구, 20(4), 241-267.
- 이정모 (2008). 마음의 체화적(embodied) 접근: 심리학 패러다임의 제 6의 변혁. 한국심리학회 제43차 학술대회 초청강연자료.
- 이종연 (2004). 대학 이러닝 강좌의 학습만족도 및 성취도 증진을 위한 콘텐츠 전달 전략의 선택방안: 학습자의 사전지식과 자기주도성을 중심으로. 교육공학연구, 20(4), 185-214.
- 이지현, 박은아, 송해덕 (2014). 웹 (Web) 3.0 시대 이러닝 교수설계자의 역량에 관한 탐색적 연구. HRD 연구, 16(1), 143-168.
- 이지현, 박정은 (2014). 뇌과학 기반 교수설계 전략의 탐색. 교육공학연구, 30(3), 335-359.
- 임정훈, 이삼성 (2003). 가상현실을 이용한 웹기반 수업과 학습자의 공간지각력이 학습에 미치는 영향. 한국컴퓨터학회논문지, 6(2), 95-105.
- 임창주, 김주현, 정윤근 (2011). 체감형 3D 입체영상 콘텐츠 개발. 한국컴퓨터게임학회논문지, 24(2), 5-13.
- 임철일 (2012). 교수설계 이론과 모형 제 2판. 파주: 교육과학사.
- 임철일, 김민강, 김윤정 (2005). 웹 기반 수업 개발을 위한 인쇄물 기반의 래피드 프로토타입 개발 방법론에 관한 연구. 교육공학연구, 21(1), 3-29.
- 임철일, 박복미, 송승훈 (2006). 원격대학 이러닝에 있어서 상호작용 향상을 위한 통합적 접근. 평생학습사회, 2(2), 1-22.
- 임철일, 연은경 (2009). 사례기반 시뮬레이션 설계원리에 관한 형성 연구. 교육공

- 학연구, 25(2), 117-149.
- 임철일, 연은경 (2007). 절차적 시뮬레이션 설계원리에 관한 형성적 연구. *교육정보미디어연구*, 13(4), 127-154.
- 임철일, 한형중, 정다은, Yunus Emre Ozturk, 홍정현. (2017). 학습 설계를 지원하는 이러닝 플랫폼 프로토타입 탐색 연구. *교육공학연구*, 33(4), 799-837.
- 임철일, 한형중, 홍지성, 강연석 (2016). 2016 한의사 역량모델 정립 및 활용 방안. *대한한의학회지*, 37(1), 101-113.
- 임철일, 한형중, 홍영일, 이선연, 이은영, 장수 (2016). 스마트 교육의 효과적 운영을 위한 예비교사 역량 향상 교육 프로그램 모형 개발 연구. *교육정보미디어연구*, 22(2), 351-380.
- 임철일, 홍성연, 김선영 (2012). IMS Learning Design 기반 e-PBL 프로토타입 개발. *한국콘텐츠학회논문지*, 12(3), 498-508.
- 장문현 (2005). Web GIS 기반의 3 차원 도시경관 시뮬레이션시스템 설계 및 구현. *한국 GIS 학회지*, 13(1), 103-117.
- 장상현, 계보경 (2007). 증강현실 (Augmented Reality) 콘텐츠의 교육적 적용. *한국콘텐츠학회지*, 5(2), 79-85.
- 전미연, 이지현, 송해덕 (2014). 국가직무능력표준 기반 교육과정 운영을 위한 고교 전문교과 교사의 역량모델 탐색. *직업교육연구*, 33(4), 51-76.
- 전찬규, 김민규, 이지원, 김진모 (2017). 손 인터페이스 기반 3 인칭 가상현실 콘텐츠 제작 공정에 관한 연구. *컴퓨터그래픽스학회논문지*, 23(3), 9-17.
- 정현미, 양용칠 (2005). [교육공학연구] 20 년 연구 흐름 분석. *교육공학연구*, 21(4), 167-194.
- 조영환, 김윤강, 황매향 (2014). 3차원 가상세계 역할놀이를 통한 초등학교 예비교사의 문제해결력 증진 방안에 관한 사례연구. *교육공학연구*, 30(1), 45-75.
- 조영환, 황매향, 김윤강, 김명섭, 홍서연 (2015). 3차원 가상세계를 활용한 학교폭력 문제해결 활동의 효과와 개선점. *교육과학연구*, 46(4), 71-97.
- 조은순 (2016). 미래 교육환경과 교육공학. 나일주, 조은순 (편). *교육 공학 탐구*. 서울: 박영사.
- 진성희, 유미나, 김태현 (2015). 이러닝 학습참여활동 및 상호작용에 대한 대시보드 설계 연구. *교육공학연구*, 31(2), 191-221.
- 차주환, 하솔 (2018). 해양플랜트 운용 및 선박 화재 대응 훈련 시뮬레이션 개발 사례 소개. *한국 CDE 학회지*, 24(1), 21-25.

- 차현진, 황윤자, 김민하, 안미리 (2013). 보편적 학습설계 (UDL) 원리에 따른 전자책 개발을 위한 사용성 평가 연구. *학습과학연구*, 7(3), 95-118.
- 최유미 (2018). MOOCs를 위한 영상디자인 전략 연구. 서울대학교 미간행 박사학위논문.
- 편석준, 김선민, 우장훈, 김광집 (2017). 가상현실. 서울: 미래의 창.
- 하이경, 고진강 (2012). 중환자 간호 기계 환기 시뮬레이션 교육이 간호학생의 임상판단력과 자신감에 미치는 영향. *Perspectives in Nursing Science*, 9(2), 119-126.
- 한송이 (2018). 증강현실 기반 수업 설계원리 개발 연구. 서울대학교 미간행 박사학위논문.
- 한정선, 오정숙 (2003). 가상 현실 학습 환경에서 학습을 촉진하는 스캐폴딩에 대한 이론적 고찰. *교육과학연구*, 33(2), 161-192.
- 허혜경, 노영숙 (2013). 시뮬레이션기반 임상추론 실습교육 프로그램이 간호학생의 간호역량에 미치는 효과. *성인간호학회지*, 25(5), 574-584.
- 황윤자, 김성미 (2014). 교육적 어포던스 증진을 위한 사용자 중심 설계 스마트 포트폴리오 프로토타입 개발. *학습과학연구*, 8(3), 87-109.
- 황윤자, 안미리 (2014). 박물관 교육 모바일 애플리케이션 개선을 위한 어포던스 이론 적용 인터페이스 연구. *컴퓨터교육학회논문지*, 17(5), 25-34.
- 황주희, 김현정 (2014). 마네킹 모델과 컴퓨터 시뮬레이터를 이용한 정맥주사 실습교육의 효과 비교. *기본간호학회지*, 21(3), 302-310.
- 황호진, 문두환 (2010). 선박 운항 시뮬레이션 가시화를 위한 그래픽 렌더링 엔진 기술의 개선 방향. *한국항해항만학회지*, 34(3), 153-160.
- Aggarwal, R., Black, S. A., Hance, J. R., Darzi, A., & Cheshire, N. J. W. (2006). Virtual reality simulation training can improve inexperienced surgeons' endovascular skills. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 31(6), 588-593.
- Aggarwal, R., Moorthy, K., & Darzi, A. (2004). Laparoscopic skills training and assessment. *British Journal of Surgery*, 91(12), 1549-1558.
- Ahmed, S., Wallace, K. M., & Blessing, L. T. (2003). Understanding the differences between how novice and experienced designers approach design tasks. *Research in engineering design*, 14(1), 1-11.
- Aldrich, C. (2004). *Clark Aldrich's Six Criteria of an Educational Simulation*. Retrived from <http://www.e-learningguru.com/wpapers/sixcriteria.pdf>

- Alessi, S. M. (1988). Fidelity in the Design of Instructional Simulations. *Journal of Computer-Based Instruction*, 15(2), 40-47.
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1985). *Computer-based instruction: Methods and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1991). *Computer-based instruction: Methods and development (2nd)*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Allen, P. D., & Demchak, C. C. (2011). Applied Virtual Environments: Applications of Virtual Environments to Government, Military and Business Organizations. *Journal For Virtual Worlds Research*, 4(2). doi:10.4101/jvwr.v4i2.3553
- Anderson, J. M., Aylor, M. E., & Leonard, D. T. (2008). Instructional design dogma: Creating planned learning experiences in simulation. *Journal of Critical Care*, 23(4), 595-602.
- Andersen, S. A. W., Foghsgaard, S., Konge, L., Cayé Thomasen, P., & Sørensen, M. S. (2016). The effect of self directed virtual reality simulation on dissection training performance in mastoidectomy. *The Laryngoscope*, 126(8), 1883-1888.
- Andersen, S. A. W., Mikkelsen, P. T., Konge, L., Cayé Thomasen, P., & Sørensen, M. S. (2016). Cognitive load in distributed and massed practice in virtual reality mastoidectomy simulation. *The Laryngoscope*, 126(2), 74-79.
- Appelman, R. (2005). Designing experiential modes: A key focus for immersive learning environments. *TechTrends*, 49(3), 64-74.
- Arora, A., Lau, L. Y. M., Awad, Z., Darzi, A., Singh, A., & Tolley, N. (2014). Virtual reality simulation training in Otolaryngology. *International Journal of Surgery*, 12(2), 87 - 94.
- Aukstakalnis, S., & Blatner, D. (1992). *Silicon mirage: The art and science of virtual reality*. Peachpit Press.
- Bahji, S., Lefdaoui, Y., & Alami, J. E. (2013). Enhancing motivation and engagement: A top-down approach for the design of a learning experience according to the S2P-LM. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 8(6), 35-41.
- Baker, S. D., Peach, N., & Cathcart, M. (2017). Work-based learning: A learning strategy in support of the Australian Qualifications Framework. *Journal of Work-Applied Management*, 9(1), 70-82.
- Baños, R. M., Botella, C., Garcia-Palacios, A., Villa, H., Perpiñá, C., & Alcaniz, M.

- (2000). Presence and reality judgment in virtual environments: a unitary construct?. *CyberPsychology & Behavior*, 3(3), 327-335.
- Barton, K., McKellar, P., & Maharg, P. (2007). Authentic fictions: simulation, professionalism and legal learning. *Clinical Law Review*, 14(1), 143-194.
- Baylor, A., Ryu, J., & Shen, E. (2003). The effects of pedagogical agent voice and animation on learning, motivation and perceived persona. In *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology* (pp. 452-458). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Becker, K., & Parker, J. (2012). Serious Instructional Design: ID for digital simulations and games. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2480-2485). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Becker, K., Parker, J. R., & McNulty, K. (2012). *The guide to computer simulations and games*. John Wiley & Sons.
- Benford, S., Greenhalgh, C., Reynard, G., Brown, C., & Koleva, B. (1998). Understanding and constructing shared spaces with mixed-reality boundaries. *ACM Transactions on computer-human interaction (TOCHI)*, 5(3), 185-223.
- Boud, A. C., Haniff, D. J., Baber, C., & Steiner, S. J. (1999). Virtual reality and augmented reality as a training tool for assembly tasks. In *Information Visualization, 1999. In Proceedings of IEEE International Conference on* (pp. 32-36). IEEE.
- Brewin, J., Ahmed, K., & Challacombe, B. (2014). An update and review of simulation in urological training. *International Journal of Surgery*, 12(2), 103 - 108.
- Broll, G., Haarländer, M., Paolucci, M., Wagner, M., Rukzio, E., & Schmidt, A. (2008). Collect & Drop: A technique for multi-tag interaction with real world objects and information. In *Proceedings of European Conference on Ambient Intelligence*. Springer Berlin Heidelberg.
- Brown, T. J. (2017). Virtual Reality Clinical Simulations: A Wilsonian Concept Analysis of an Emerging Phenomenon. *Journal of Healthcare Communications*, 2(2), 1-8.
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology*. John Wiley & Sons.
- Burgess, P. M. (1969). Organizing Simulated Environments. *Social Education*, 33(2), 185-192.

- Byrne, J., Downey, C., & Souza, A. (2013). Teaching and learning in a competence-based curriculum: The case of four secondary schools in England. *The Curriculum Journal*, 24(3), 351-368.
- Calvo, P., & Gomila, T. (Eds.). (2008). *Handbook of cognitive science: An embodied approach*. San Diego, CA: Elsevier.
- Campbell, S. H., & Daley, K. (2012). *Simulation scenarios for nursing educators: Making it real*. Springer Publishing Company.
- Camburn, B., Viswanathan, V., Linsey, J., Anderson, D., Jensen, D., Crawford, R., Otto, K. & Wood, K. (2017). Design prototyping methods: state of the art in strategies, techniques, and guidelines. *Design Science*, 3, doi: 10.1017/dsj.2017.10
- Cant, R. P., & Cooper, S. J. (2010). Simulation based learning in nurse education: systematic review. *Journal of advanced nursing*, 66(1), 3-15.
- Carter, Y. M., & Marshall, M. B. (2009). Open lobectomy simulator is an effective tool for teaching thoracic surgical skills. *The Annals of thoracic surgery*, 87(5), 1546-1551.
- Cates, C. U, Lönn, L., & Gallagher, A. G. (2016). Prospective, randomised and blinded comparison of proficiency-based progression full-physics virtual reality simulator training versus invasive vascular experience for learning carotid artery angiography by very experienced operators. *BMJ Simulation and Technology Enhanced Learning*, 1(1), 1-5.
- Cevette, M. J., Stepanek, J., Cocco, D., Galea, A. M., Pradhan, G. N., Wagner, L. S., Oakley, S. R., Smith, B. E., Zapala, D. A., & Brookler, K. H. (2012). Oculo-vestibular recoupling using galvanic vestibular stimulation to mitigate simulator sickness. *Aviation, space, and environmental medicine*, 83(6), 549-555.
- Chen, C. & Teh, C. (2013). Enhancing an instructional design model for virtual reality-based learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(5). Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/148108/>
- Chen, C. & Wan, M. (2008). Guiding exploration through three-dimensional virtual environments: A cognitive load reduction approach. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(4), 579-596.
- Chittaro, L., & Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, 49(1), 3-18.
- Cho, Y. H., Caleon, I. S., & Kapur, M. (Eds.). (2015). *Authentic problem solving and*

- learning in the 21st century: Perspectives from Singapore and beyond*. Singapore: Springer.
- Cho, Y. H., Yim, S. Y., & Paik, S. (2015). Physical and social presence in 3D virtual role-play for pre-service teachers. *The Internet and Higher Education*, 25, 70-77.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. John Wiley & Sons.
- Cochrane, T. D., Cook, S., Aiello, S., Christie, D., Sinfield, D., Steagall, M., & Aguayo, C. (2017). A DBR Framework for Designing Mobile Virtual Reality Learning Environments. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6), 54-68.
- Coelho, C., Tichon, J. G., Hine, T. J., Wallis, G. M., & Riva, G. (2006). Media presence and inner presence: the sense of presence in virtual reality technologies. In *Proceedings of communication to presence: Cognition, emotions and culture towards the ultimate communicative experience* (pp. 25-45). IOS Press, Amsterdam.
- Cohen, J. (2001). Defining identification: A theoretical look at the identification of audiences with media characters. *Mass communication & society*, 4(3), 245-264.
- Cook, D. A., Hamstra, S. J., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., & Hatala, R. (2013). Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: systematic review and meta-analysis. *Medical teacher*, 35(1), 867-898.
- Cooper, N., Milella, F., Pinto, C., Cant, I., White, M., & Meyer, G. (2018). The effects of substitute multisensory feedback on task performance and the sense of presence in a virtual reality environment. *PloS one*, 13(2), doi.org/10.1371/journal.pone.0191846
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Dahl, Y., Alsos, O. A., & Svanæs, D. (2010). Fidelity considerations for simulation-based usability assessments of mobile ICT for hospitals. *Intl. Journal of Human - Computer Interaction*, 26(5), 445-476.
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W., & Bedgood Jr, D. R. (2009). Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students. *Computers & Education*, 53(3), 853-865.
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3D virtual environments?. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.

- Darabi, A. A., Nelson, D. W., & Seel, N. M. (2009). Progression of mental models throughout the phases of a computer-based instructional simulation: Supportive information, practice, and performance. *Computers in Human Behavior*, 25(3), 723-730.
- Davis, L. L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied Nursing Research*, 5(4), 194-197.
- Dawley, L., & Dede, C. (2014). Situated learning in virtual worlds and immersive simulations. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 723-734). Springer, New York, NY.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Derboven, J., De Roeck, D., Verstraete, M., Geerts, D., Schneider-Barnes, J., & Luyten, K. (2010). Comparing user interaction with low and high fidelity prototypes of tabletop surfaces. In *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries* (pp. 148-157). ACM.
- De Jong, T. (2011). Instruction based on computer simulations. In R. E. Mayer, P. A. Alexander (eds). *Handbook of research on learning and instruction*. New York, NY: Routledge.
- De Jong, T. (1991). Learning and instruction with computer simulations. *Education & Computing*, 6, 217-229.
- De Jong, T., & Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
- De Lucia, A., Francese, R., Passero, I., & Tortora, G. (2009). Development and evaluation of a virtual campus on Second Life: The case of SecondDMI. *Computers & Education*, 52(1), 220-233.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2014). *The systematic design of instruction (8th ed.)*. New York, NY: Pearson.
- Dickey, M. D. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 53(2), 67-83.
- Dimitropoulos, K., Manitsaris, A., & Mavridis, I. (2008). Building virtual reality environments for distance education on the web: A case study in medical education.

- International Journal of Social Sciences*, 2(1), 62-70.
- Dine, C. J., & Kreider, M. E. (2008). Hypoxia altitude simulation test. *CHEST Journal*, 133(4), 1002-1005.
- Dolmans, D. H., Loyens, S. M., Marcq, H., & Gijbels, D. (2016). Deep and surface learning in problem-based learning: a review of the literature. *Advances in health sciences education*, 21(5), 1087-1112.
- Dreifuerst, K. T. (2009). The essentials of debriefing in simulation learning: A concept analysis. *Nursing education perspectives*, 30(2), 109-114.
- Driscoll, M. P. (2000). *Psychology of learning* (2nd ed). Boston: Allyn and Bacon.
- Driver, M., Zimmer, K., & Murphy, K. (2018). Using Mixed Reality Simulations to Prepare Preservice Special Educators for Collaboration in Inclusive Settings. *Journal of Technology and Teacher Education*, 26(1), 57-77.
- Duburguet, D., & King, G. G. (2015). Leveraging Virtual Training Environments to Develop Professional Flight Officers in a Rapidly Changing Aviation Industry. *International Journal of Professional Aviation Training & Testing Research*, 7(2), 1-6.
- Durlach, N., Allen, G., Darken, R., Garnett, R. L., Loomis, J., Templeman, J., & Wiegand, T. E. V. (2000). Virtual environments and the enhancement of spatial behavior: Towards a comprehensive research agenda. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 9(6), 593-615.
- Edgar, D. (1969). *Audio-visual methods in teaching*. New York, NY: Dryden.
- Elliman, J., Loizou, M., & Loizides, F. (2016). Virtual reality simulation training for student nurse education. In *2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications* (pp. 1-2). IEEE.
- Ertmer, P. A., Stepich, D. A., York, C. S., Stickman, A., Wu, X., Zurek, S., & Goktas, Y. (2008). How instructional design experts use knowledge and experience to solve ill structured problems. *Performance Improvement Quarterly*, 21(1), 17-42.
- Ertmer, P. A., York, C. S., & Gedik, N. (2009). Learning from the Pros: How Experienced Designers Translate Instructional Design Models into Practice. *Educational Technology*, 49(1), 19-27.
- Ericsson, K. A., & Charness, N. (1994). Expert performance: Its structure and acquisition. *American Psychologist*, 49(8), 725-747.
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2015). *Cognitive psychology: A student's handbook*.

Psychology press.

- Falconer, L. (2013). Situated learning in virtual simulations: Researching the authentic dimension in virtual worlds. *Journal of Interactive Learning Research*, 24(3), 285-300.
- Farra, S., Miller, E. T., Hodgson, E., Cosgrove, E., Brady, W., Gneuhs, M., & Baute, B. (2016). Storyboard development for virtual reality simulation. *Clinical Simulation in Nursing*, 12(9), 392-399.
- Farahani, N., Post, R., Duboy, J., Ahmed, I., Kolowitz, B. J., Krinchai, T., Monaco, S. E., Fine, J. L., Hartman, D. J., & Pantanowitz, L. (2016). Exploring virtual reality technology and the Oculus Rift for the examination of digital pathology slides. *Journal of pathology informatics*, 7(1), 22-26.
- Fink, L. (2003). *Creating significant learning experiences: An integrated approach to designing college courses*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Fisher, J. C. (2006). Does simulation theory really involve simulation?. *Philosophical Psychology*, 19(4), 417-432.
- Forsyth, J. E. (1997). *The construction and validation of an instructional systems design model for community-based train-the-trainer instruction*. Unpublished doctoral dissertation, Wayne State University, Detroit, MI.
- Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?. *British journal of educational technology*, 46(2), 412-422.
- Fox, E. J. (2006). Constructing a pragmatic science of learning and instruction with functional contextualism. *Educational Technology Research and Development*, 54(1), 5-36.
- Fraser, K., Ma, I., Teteris, E., Baxter, H., Wright, B., & McLaughlin, K. (2012). Emotion, cognitive load and learning outcomes during simulation training. *Medical education*, 46(11), 1055-1062.
- Galarneau, L. L. (2005). Authentic learning experiences through play: Games, simulations and the construction of knowledge. In *proceedings of DiGRA 2005 Conference*.
- Gallagher, A. G., Ritter, E. M., Champion, H., Higgins, G., Fried, M. P., Moses, G. Smith, C. D. & Satava, R. M. (2005). Virtual reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training.

Annals of surgery, 241(2), 364-372.

- Ge, X., & Land, S. M. (2004). A conceptual framework for scaffolding ill-structured problem-solving process using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development*, 52(2), 5-22.
- Ge, X., Planas, L., & Er, N. (2010). A cognitive support system to scaffold students' problem-based learning in a web-based learning environment. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 4(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1093>.
- Gerson, L. B., & Van Dam, J. (2003). A prospective randomized trial comparing a virtual reality simulator to bedside teaching for training in sigmoidoscopy. *Endoscopy*, 35(7), 569-575.
- Gibson, D., & Tavlaridis, V. (2018). Work Based Learning for Enterprise education? The case of Liverpool John Moores university "live" civic engagement projects for students. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 8(1), 5-14.
- Goldenhar, L. M., Moran, S.K., & Colligan, M. (2001). Health and safety training in a sample of open-shop construction companies. *Journal of Safety Research*, 32(2), 237-252.
- Goos, M., & Moni, K. (2001). Modelling professional practice: A collaborative approach to developing criteria and standards-based assessment in pre-service teacher education courses. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 26(1), 73-88.
- Gore, T. N., & Lioce, L. (2014). Creating effective simulation environments. In Ulrich, B., & Mancini, B. (Eds.), *Mastering simulation: A handbook for success*. Indianapolis, IN: Sigma Theta Tau International (pp.49-86)
- Grady, H. M. (2000). Web site design: a case study in usability testing using paper prototypes. In *Proceedings of IEEE professional communication society international professional communication conference and Proceedings of the 18th annual ACM international conference on Computer documentation: technology & teamwork* (pp. 39-45). IEEE Educational Activities Department.
- Gredler, M. E. (1994). *Designing and evaluating games and simulations: A process approach*. London: Kogan Page.
- Gredler, M. E. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. In D. H. Jonassen (Ed), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 571-581). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Guhde, J. (2011). Nursing students' perceptions of the effect on critical thinking,

- assessment, and learner satisfaction in simple versus complex high-fidelity simulation scenarios. *Journal of Nursing Education*, 50(2), 73-78.
- Gutiérrez, M., García-Rojas, A., Thalmann, D., Vexo, F., Moccozet, L., Magnenat-Thalmann, N., Mortara, M., & Spagnuolo, M. (2007). An ontology of virtual humans. *The Visual Computer*, 23(3), 207-218.
- Hanson, K., & Shelton, B. E. (2008). Design and development of virtual reality: Analysis of challenges faced by educators. *Educational Technology & Society*, 11(1), 118-131.
- Hart, C. (2001). *Doing a literature search: A guide for the social sciences*. London, UK: Sage Publications, Inc
- Harvey, D. M., & Milheim, W. D. (2005). Appropriate design and utilization of computer-based instructional simulations. *Educational technology: The magazine for managers of change in education*, 1, 58-60.
- Hayward, C. N., Kogan, M., & Laursen, S. L. (2016). Facilitating instructor adoption of inquiry-based learning in college mathematics. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 2(1), 59-82.
- Herrington, A., & Herrington, J. (2006). *Authentic Learning Environments in Higher Education*. London: Information Science Publishing.
- Herrington, J., Reeves, T. C., & Oliver, R. (2007). Immersive learning technologies: Realism and online authentic learning. *Journal of Computing in Higher Education*, 19(1), 80-99.
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2010). Use of three dimensional (3 D) immersive virtual worlds in K 12 and higher education settings: A review of the research. *British journal of educational technology*, 41(1), 33-55.
- Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. (2006). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdisciplinary Journal of problem-based learning*, 1(1), 21-39.
- Hodge, E. M., Tabrizi, M. H. N., Farwell, M. A., & Wuensch, K. L. (2008). Virtual reality classrooms strategies for creating a social presence. *International Journal of Social Science*, 2(2), 105-109.
- Holmes, J. (2007). Designing agents to support learning by explaining. *Computers & Education*, 48(4), 523 - 547.
- Horton, W. (2011). *E-Learning by design* (2nd ed). San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Hu-Au, E., & Lee, J. J. (2017). Virtual reality in education: a tool for learning in the

- experience age. *International Journal of Innovation in Education*, 4(4), 215-226.
- Huang, H. M., Rauch, U., & Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182.
- Hwang, W. Y., & Hu, S. S. (2013). Analysis of peer learning behaviors using multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry problem solving. *Computers & Education*, 62, 308-319.
- Ingrassia, P. L., Ragazzoni, L., Carenzo, L., Colombo, D., Gallardo, A. R., & Della, C. F. (2015). Virtual reality and live simulation: a comparison between two simulation tools for assessing mass casualty triage skills. *European Journal of Emergency Medicine*, 22(2), 121-127.
- Jang, S. (2011). *An Instructional Support System Design Model for Ill-structured Problem-Solving in Online Learning*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea.
- Jang, S., Black, J. B., & Jyung, R. W. (2010). Embodied cognition and virtual reality in learning to visualize anatomy. In *proceedings of 32nd Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 12-14). Portland, OR.
- Januszewski, A. & Molenda, M. (2008). Definition. In A. Januszewski & M. Molenda (Eds.), *Educational technology: A definition with commentary* (pp. 195-211). New York, NY: Lawrence Earlbaum Associates.
- Jeffries, P. R. (2005). A framework for designing, implementing, and evaluating: Simulations used as teaching strategies in nursing. *Nursing education perspectives*, 26(2), 96-103.
- Jeffries, P. R., & Rogers, K. J. (2012). Theoretical framework for simulation design. In Jeffries, P. R. (Ed.), *Simulation in nursing education: From conceptualization to evaluation* (pp. 25-43). New York, NY: National League for Nursing.
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529.
- Johnson, L., Becker, A. S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 Higher education edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

- Johnson, C. I., Bailey, S. K., & Van Buskirk, W. L. (2017). Designing effective feedback messages in serious games and simulations: a research review. In *Instructional Techniques to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games* (pp. 119-140). Springer, Cham.
- Johnson, C. I., Bailey, S. K., & Van Buskirk, W. L. (2017). Designing effective feedback messages in serious games and simulations: a research review. In *Instructional Techniques to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games* (pp. 119-140). Springer, Cham.
- Johnson, R. B., & Christensen, L. B. (2008). Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes. *Educational technology research and development*, 45(1), 65-94.
- Jonassen, D. H. (1991). Thinking technology: Context is everything. *Educational Technology*, 31(6), 35-37.
- Jonassen, D. H., & Strobel, J. (2006). Modeling for meaningful learning. In *Engaged learning with emerging technologies* (pp. 1-27). Springer, Dordrecht.
- Joyce, B. Weil, M. and Calhoun, E. (2004). *Models of Teaching* (7th ed.) Boston: Allyn & Bacon.
- Kearney, M. & Schuck, S. (2006). Spotlight on authentic learning: Student developed digital video projects. *Australian Journal of Educational Technology*, 22(2), 189-208.
- Kneebone, R. (2003). Simulation in surgical training: educational issues and practical implications. *Medical education*, 37(3), 267-277.
- Kim, C. M., Kang, I. C., Kim, E. S., & Kim, B. K. (2011). Sensory effects reproducing system for virtual underwater experience. In *Proceedings of International Conference on Convergence Content (ICCC'11)*.
- Kim, H., Rattner, D. W., & Srinivasan, M. A. (2004). Virtual-reality-based laparoscopic surgical training: the role of simulation fidelity in haptic feedback. *Computer Aided Surgery*, 9(5), 227-234.
- Kim, M., Wang, X., Love, P., Li, H., & Kang, S. C. (2013). Virtual reality for the built environment: a critical review of recent advances. *Journal of Information*

- Technology in Construction*, 18(2013), 279-305.
- Kim, Y., & Baylor, A. L. (2016). Research-based design of pedagogical agent roles: A review, progress, and recommendations. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 160-169.
- Kirschner, P., Strijbos, J. W., Kreijns, K., & Beers, P. J. (2004). Designing electronic collaborative learning environments. *Educational technology research and development*, 52(3), 47-66.
- Kirkley, S. E., Tomblin, S., & Kirkley, J. (2005). Instructional design authoring support for the development of serious games and mixed reality training. In *Proceedings of Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference (I/ITSEC)*.
- Kizony, R., Harel, S., Weiss, P. L., Zeilig, G., Feldman, Y., & Shani, M. (2018). Virtual-reality based tele-neurorehabilitation: Balancing physical fidelity, challenge and immersion. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.05.1130>
- Klein, J., & Richey, R. (2007). *Design and development research*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Klopfer, E. (2008). *Augmented learning: Research and design of mobile educational games*. Mit Press.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives: The development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
- Kovalchuk, S. V., Smirnov, P. A., Kosukhin, S. S., & Boukhanovsky, A. V. (2012). Virtual Simulation Objects concept as a framework for system-level simulation. In *Proceedings of IEEE 8th International Conference on E-Science* (pp. 1-8). IEEE.
- Lajoie, S. P., & Derry, S. J. (2013). *Computers as cognitive tools*. Routledge.
- Lamé, G., & Simmons, R. K. (2018). From behavioural simulation to computer models: how simulation can be used to improve healthcare management and policy. *BMJ Simulation and Technology Enhanced Learning*, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjstel-2018-000377>
- LaRochelle, J. S., Durning, S. J., Pangaro, L. N., Artino, A. R., van der Vleuten, C., & Schuwirth, L. (2012). Impact of increased authenticity in instructional format on preclerkship students' performance: a two-year, prospective, randomized study. *Academic Medicine*, 87(10), 1341-1347.

- LeFlore, J. L., & Anderson, M. (2008). Effectiveness of 2 Methods to Teach and Evaluate New Content to Neonatal Transport Personnel Using High Fidelity Simulation. *The Journal of perinatal & neonatal nursing*, 22(4), 319-328.
- Lee, J., & Jang, S. (2014). A methodological framework for instructional design model development: Critical dimensions and synthesized procedures. *Educational Technology Research and Development*, 62(6), 743-765.
- Lee, E. A. L., & Wong, K. W. (2008). A review of using virtual reality for learning. In Pan, Z., Cheok, A. D., Muller, W. (Eds.), *Transactions on edutainment*. Springer Berlin Heidelberg.
- Lee, J. (2012). *Development of a visual summarizer design model for digital learning*. Unpublished Doctoral Dissertation, Seoul National University.
- Lozano, S. C., & Tversky, B. (2006). Communicative gestures facilitate problem solving for both communicators and recipients. *Journal of Memory and Language*, 55(1), 47-63.
- Li, X., Yi, W., Chi, H. L., Wang, X., & Chan, A. P. (2018). A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety. *Automation in Construction*, 86, 150-162.
- Lin, H., Chen, M., Lu, G., Zhu, Q., Gong, J., You, X., ... & Hu, M. (2013). Virtual geographic environments (VGEs): a new generation of geographic analysis tool. *Earth-Science Reviews*, 126, 74-84.
- Lindgren, R., Moshell, J. M., & Hughes, C. E. (2014). Virtual environments as a tool for conceptual learning. In K. Hale, K. M. Stanney (Eds.). *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications* (pp. 1043-1055). CRC Press.
- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*, 95, 174-187.
- Mantovani, F., Castelnovo, G., Gaggioli, A., & Riva, G. (2003). Virtual reality training for health-care professionals. *CyberPsychology & Behavior*, 16(4), 389-395.
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2), 469-486.
- Mayer, R. E. (2018). Designing multimedia instruction in anatomy: An evidence based

- approach. *Clinical Anatomy*. DOI: 10.1002/ca.23265.
- Mayer, R. (Eds.) (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning*(2nd ed). Cambridge university press.
- Mayer, R. E. (2011). *Applying the science of learning*. Boston: Allyn & Bacon.
- Mayer, B. W., Dale, K. M., Fraccastoro, K. A., & Moss, G. (2011). Improving transfer of learning: relationship to methods of using business simulation. *Simulation & Gaming*, 42(1), 64-84.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational psychologist*, 38(1), 43-52.
- McCreery, M. P., Schrader, P. G., Krach, S. K., & Boone, R. (2013). A sense of self: The role of presence in virtual environments. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1635-1640.
- McGrath, J. L., Taekman, J. M., Dev, P., Danforth, D. R., Mohan, D., Kman, N., Crichlow, A., & Bond, W. F. (2018). Using virtual reality simulation environments to assess competence for emergency medicine learners. *Academic Emergency Medicine*, 25(2), 186-195.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Keeney-Kennicutt, W., Kwok, O. M., Cifuentes, L., & Davis, T. J. (2012). The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling analysis. *Computers & Education*, 59(2), 551-568.
- Metcalf, S. J., Reilly, J. M., Kamarainen, A. M., King, J., Grotzer, T. A., & Dede, C. (2018). Supports for deeper learning of inquiry-based ecosystem science in virtual environments-Comparing virtual and physical concept mapping. *Computers in Human Behavior*, 87, 459-469.
- Moreno, R., & Mayer, R.E. (2002). Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of Educational Psychology*, 94, 598 - 610.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2004). Personalized messages that promote science learning

- in virtual environments. *Journal of Educational Psychology*, 96, 165-173.
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999 - 2009). *Computers & Education*, 56(3), 769-780.
- Milgram, P., & Colquhoun, H. (1999). A taxonomy of real and virtual world display integration. Mixed reality: *Merging real and virtual worlds*, 1, 1-26.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Minogue, J., Jones, M. G., Broadwell, B., & Oppewall, T. (2006). The impact of haptic augmentation on middle school students' conceptions of the animal cell. *Virtual Reality*, 10(3), 293-305.
- Mirghani, I., Mushtaq, F., Allsop, M. J., Al Saud, L. M., Tickhill, N., Potter, C., Keeling, A., Mon-Williams, M. A., & Manogue, M. (2018). Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator. *European Journal of Dental Education*, 22(1), 67-71.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2004). Personalized messages that promote science learning in virtual environments. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 165-173.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of educational psychology*, 94(3), 598-610.
- Müns, A., Meixensberger, J., & Lindner, D. (2014). Evaluation of a novel phantom-based neurosurgical training system. *Surgical neurology international*, 5. doi:10.4103/2152-7806.146346.
- Nagy, P., & Koles, B. (2014). The digital transformation of human identity: Towards a conceptual model of virtual identity in virtual worlds. *Convergence*, 20(3), 276-292.
- Naidu, S., Ip, A., & Linser, R. (2000). Dynamic goal-based role-play simulation on the web: A case study. *Educational Technology & Society*, 3(3), 190-202.
- Nanji, K. C., Baca, K., & Raemer, D. B. (2013). The effect of an olfactory and visual cue on realism and engagement in a health care simulation experience. *Simulation in Healthcare*, 8(3), 143-147.
- Neill, M. A., & Wotton, K. (2011). High-fidelity simulation debriefing in nursing education: A literature review. *Clinical Simulation in Nursing*, 7(5), 161-168.
- Newquist, H. P. (1992). Virtual reality's commercial reality. *Computerworld*, 26(3),

93-95.

- Nikolic, D., Jaruhar, S., & Messner, J. I. (2011). Educational simulation in construction: Virtual construction simulator. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 25(6), 421-429.
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. New York: Basic books.
- Nylund, H., & Andersson, P. H. (2010). Simulation of service-oriented and distributed manufacturing systems. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 26(6), 622-628.
- Oddsson, L. I., Karlsson, R., Konrad, J., Ince, S., Williams, S. R., & Zemkova, E. (2007). A rehabilitation tool for functional balance using altered gravity and virtual reality. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*, 4(1), 1-7.
- Paige, J. B., & Daley, B. J. (2009). Situated cognition: A learning framework to support and guide high-fidelity simulation. *Clinical simulation in Nursing*, 5(3), 97-103.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785-797.
- Permana, R. H., Suryani, M., Adiningsih, D., & Paulus, E. (2019). The Storyboard Development of Virtual Reality Simulation (VRS) of Nursing Care in Respiratory System Disorders Course. *Indonesian Nursing Journal of Education and Clinic*, 3(2), 121-130.
- Plancher, G., Barra, J., Orriols, E., & Piolino, P. (2013). The influence of action on episodic memory: a virtual reality study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(5), 895-909.
- Plessas, A. (2017). Computerized virtual reality simulation in preclinical dentistry: can a computerized simulator replace the conventional phantom heads and human instruction?. *Simulation in Healthcare*, 12(5), 332-338.
- Pucher, P. H., Batrick, N., Taylor, D., Chaudery, M., Cohen, D., & Darzi, A. (2014). Virtual-world hospital simulation for real-world disaster response: design and validation of a virtual reality simulator for mass casualty incident management. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 77(2), 315 - 321.
- Rauen, C. A. (2001). Using simulation to teach critical thinking skills. You can't just throw the book at them. *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 13(1),

93-103.

- Reigeluth, C. M. (Ed.) (1983). *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 박성익, 임정훈 역 (1993). 최근의 연구동향에 따른 교수설계의 이론과 모형. 서울: 교육과학사.
- Reigeluth, C. M., & Carr-Chellman, A. A. (Eds.). (2009). *Instructional-design theories and models, volume III: Building a common knowledge base*. Routledge.
- Reigeluth, C. M., & Frick, T. W. (1999). Formative research: A methodology for creating and improving design theories. In C. M. Reigeluth (Ed.). *Instructional-design theories And models: A new paradigm of instructional theory*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C. M., & Schwartz, E. (1989). An instructional theory for the design of computer-based simulations. *Journal of Computer Based Instruction*, 16(1), 1-10.
- Reigeluth, C. M., & Stein, R. (1983). Elaboration theory. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Richards, D., & Taylor, M. (2015). A comparison of learning gains when using a 2D simulation tool versus a 3D virtual world: An experiment to find the right representation involving the marginal value theorem. *Computers & Education*, 86, 157-171.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Routledge.
- Riva, G., Waterworth, J. A., & Waterworth, E. L. (2004). The layers of presence: a bio-cultural approach to understanding presence in natural and mediated environments. *CyberPsychology & Behavior*, 7(4), 402-416.
- Rosen, M. A., Salas, E., Silvestri, S., Wu, T. S., & Lazzara, E. H. (2008). A measurement tool for simulation-based training in emergency medicine: the simulation module for assessment of resident targeted event responses (SMARTER) approach. *Simulation in Healthcare*, 3(3), 170-179.
- Rowe, R., & Cohen, R. A. (2002). An evaluation of a virtual reality airway simulator. *Anesthesia & Analgesia*, 95(1), 62-66.
- Roussou, M. (2009). A VR playground for learning abstract mathematics concepts. *IEEE*

computer graphics and applications, 29(1), 82-85.

- Roussou, M. (2004). Learning by doing and learning through play: an exploration of interactivity in virtual environments for children. *Computers in Entertainment (CIE)*, 2(1), 1-23.
- Roytek, M. A. (2010). Enhancing instructional design efficiency: Methodologies employed by instructional designers. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 170-180.
- Rubinsky, S., & Smith, N. (1973). Safety training by accident simulation. *Journal of Applied Psychology*, 57(1), 68 - 73.
- Rubio, D. M., Berg-Weger, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social work research*, 27(2), 94-104.
- Sacks, R., Perlman, A., & Barak, R. (2013). Construction safety training using immersive virtual reality. *Construction Management and Economics*, 31(9), 1005-1017.
- Sauer, J., Seibel, K., & Rüttinger, B. (2010). The influence of user expertise and prototype fidelity in usability tests. *Applied ergonomics*, 41(1), 130-140.
- Sauer, J., & Sonderegger, A. (2009). The influence of prototype fidelity and aesthetics of design in usability tests: Effects on user behaviour, subjective evaluation and emotion. *Applied ergonomics*, 40(4), 670-677.
- Scavone, B. M., Toledo, P., Higgins, N., Wojciechowski, K., & McCarthy, R. J. (2010). A randomized controlled trial of the impact of simulation-based training on resident performance during a simulated obstetric anesthesia emergency. *Simulation in Healthcare*, 5(6), 320-324.
- Schrader, C., & Bastiaens, T. J. (2012). The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 648-658.
- Schreuder, H. W., Persson, J. E., Wolswijk, R. G., Ihse, I., Schijven, M. P., & Verheijen, R. H. (2014). Validation of a novel virtual reality simulator for robotic surgery. *The Scientific World Journal*, 2014. doi:10.1155/2014/507076
- Schrader, C., & Bastiaens, T. J. (2012). The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games.

- Computers in Human Behavior*, 28(2), 648-658.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 10(3), 266-281.
- Schuemie, M. J., Van Der Straaten, P., Krijn, M., & Van Der Mast, C. A. (2001). Research on presence in virtual reality: A survey. *CyberPsychology & Behavior*, 4(2), 183-201.
- Seo, J. H., Smith, B. M., Cook, M., Malone, E., Pine, M., Leal, S., Bai, Z., & Suh, J. (2017). Anatomy builder VR: Applying a constructive learning method in the virtual reality canine skeletal system. In *Proceedings of International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 245-252). Springer, Cham.
- Serafin, G., & Serafin, S. (2004). Sound design to enhance presence in photorealistic virtual reality. In *Proceedings of ICAD 04-Tenth Meeting of the International Conference on Auditory Display*, Sydney, Australia.
- Seymour, N. E. (2008). VR to OR: A review of the evidence that virtual reality simulation improves operating room performance. *World journal of surgery*, 32(2), 182-188.
- Shapiro, M. A., & Chock, T. M. (2003). Psychological processes in perceiving reality. *Media Psychology*, 5(2), 163-198.
- Shapiro, M. A., & Kim, H. (2012). Realism judgments and mental resources: A cue processing model of media narrative realism. *Media Psychology*, 15(1), 93-119.
- Shen, Y., Norfleet, J., Zhao, Z., Hananel, D., Burke, D., Reihlsen, T., & Sweet, R. (2016). High-fidelity medical training model augmented with virtual reality and conformable sensors. *Journal of Medical Devices*, 10(3), doi: 10.1115/1.4033847.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality*. New York: Morgan Kaufmann Publishers.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. New York: Morgan Kaufmann Publishers.
- Shih, Y. C., & Yang, M. T. (2008). A collaborative virtual environment for situated language learning using VEC3D. *Educational Technology & Society*, 11(1), 56-68.
- Sierra, L. M. B., Gutiérrez, R. S., & Garzón-Castro, C. L. (2012). Second Life as a support element for learning electronic related subjects: A real case. *Computers & Education*, 58(1), 291-302.
- Sitzmann, T. (2011). A meta analytic examination of the instructional effectiveness of

- computer based simulation games. *Personnel psychology*, 64(2), 489-528.
- Sottile Jr, J. M., & Brozik, D. (2004). *The use of simulations in a teacher education program: The impact on student development*. In *proceedings of Hawaii International Conference on Education*, Hawaii, Hi.
- Sowunmi, O., & Aladejana, F. (2013). Effect of Simulation Games and Computer Assisted Instruction on Performance In Primary Science In Lagos State Nigeria. *West East Journal of Social Sciences*, 2(2), 117-122.
- Spector, J. M. (2013). *Foundations of educational technology: Integrative approaches and interdisciplinary perspectives*. Routledge.
- Spector, J. M., Ifenthaler, D., Sampson, D. G., & Isaías, P. (2016). *Competencies in teaching, learning and educational leadership in the digital age*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Spence, J. (2008). Demographics of virtual worlds. *Journal for virtual worlds research*, 1(2), 1-45.
- Sreedhar, K. K., Aminlou, A., Hannuksela, M. M., & Gabbouj, M. (2016). Viewport-adaptive encoding and streaming of 360-degree video for virtual reality applications. In *Proceedings of Multimedia (ISM), 2016 IEEE International Symposium on* (pp. 583-586). IEEE.
- Statista (2016). Forecast revenue for virtual reality products worldwide from 2014 to 2018. Retrieved from <http://www.statista.com/statistics/426276/virtual-reality-revenue-forecast-worldwide/>
- Strangman, N., Hall, T., & Meyer, A. (2003). *Virtual reality and computer simulations and the implications for UDL implementation*. Retrieved from http://www.cast.org/publications/ncac/ncac_vrudl.html.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage
- Streiner, D. L., & Norman, G. R. (2008). *Health measurement scales: A practical guide to their development and use*. New York, NY: Oxford University Press.
- Sullivan-Mann, J., Perron, C. A., & Fellner, A. N. (2009). The effects of simulation on nursing students' critical thinking scores: A quantitative study. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 2(2), 111-116.
- Sun, H. M., Li, S. P., Zhu, Y. Q., & Hsiao, B. (2015). The effect of user's perceived

- presence and promotion focus on usability for interacting in virtual environments. *Applied ergonomics*, 50, 126-132.
- Sursock, A. (2015). *Trends 2015: Learning and teaching in European universities*. Brussels: European University Association.
- Susilo, A. P., van Merriënboer, J., van Dalen, J., Claramita, M., & Scherpbier, A. (2013). From lecture to learning tasks: Use of the 4C/ID model in a communication skills course in a continuing professional education context. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 44(6), 278-284.
- Tessmer, M., & Richey, R. C. (1997). The role of context in learning and instructional design. *Educational technology research and development*, 45 (2), 85-115.
- Tulving, E., & Thomson, D. M. (1971). Retrieval processes in recognition memory: Effects of associative context. *Journal of Experimental Psychology*, 87(1), 116.
- Um, E. R., Plass, J. L., Hayward, E. O., & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of educational psychology*, 104(2), 485-498.
- University of Oxford (2015). *International trends in higher education 2015*. Retrieved from <https://www.ox.ac.uk/sites/files/oxford/International%20Trends%20in%20Higher%20Education%202015.pdf>
- VanLehn, K., Ohlsson, S., & Nason, R. (1994). Applications of Simulated Students: An Exploration. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 5(2), 135-175.
- van der Meijden, O. A. J., & Schijven, M. P. (2009). The value of haptic feedback in conventional and robot-assisted minimal invasive surgery and virtual reality training: a current review. *Surgical endoscopy*, 23(6), 1180-1190.
- van Merriënboer, J. J. G., Clark, R. E., & de Croock M. B. M. (2002). *Blueprints for complex learning: the 4C/ID-model*. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 39-64.
- van Merriënboer, J. J., Kester, L., & Paas, F. (2006). Teaching complex rather than simple tasks: Balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 20(3), 343-352.
- van Merriënboer, J. J., & Kirschner, P. A. (2017). Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design. Routledge.
- van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., Fischer, F., Hmelo-Silver, C. E., Goldman, S. R., & Reimann, P. (2018). 4C/ID in the context of instructional design and the

- learning sciences. In F. Fischer, C. E. Hmelo-Silver, S. R. Goldman, & P. Reimann (Eds.). *International handbook of the learning sciences* (pp.169-179). Routledge.
- van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational psychologist*, 38(1), 5-13.
- van Merriënboer, J. J., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Medical education*, 44(1), 85-93.
- Vreman-de Olde, C., de Jong, T., & Gijlers, H. (2013). Learning by designing instruction in the context of simulation-based inquiry learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(4), 47-58.
- Wang, M., Kirschner, P. A., & Bridges, S. M. (2016). Computer-based learning environments for deep learning in inquiry and problem-solving contexts. In *Proceedings of the 12th International Conference of the Learning Sciences (ICLS)*, Singapore.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge university press.
- Willaert, W. I., Aggarwal, R., Van Herzele, I., Cheshire, N. J., & Vermassen, F. E. (2012). Recent advancements in medical simulation: patient-specific virtual reality simulation. *World journal of surgery*, 36(7), 1703-1712.
- Wilson, J. R., Brown, D. J., Cobb, S. V., D'Cruz, M. M., & Eastgate, R. M. (1995). Manufacturing operations in virtual environments (MOVE). *Teleoperators and Virtual Environments*, 4(3), 306-317.
- Wilson, J. R., D'Cruz, M. D., Cobb, S. V., & Eastgate, R. M. (1996). *Virtual reality for industrial applications: Needs and opportunities*. Hyperion Books.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), 225-240.
- Wollensak, A. (2002). Curricular modules: 3D and immersive visualization tools for Learning. *Computers & Graphics*, 26, 599-602.
- Woo, Y., & Reeves, T. C. (2007). Meaningful interaction in web-based learning: A social constructivist interpretation. *The Internet and higher education*, 10(1), 15-25.
- Woolley, N. N., & Jarvis, Y. (2007). Situated cognition and cognitive apprenticeship: A model for teaching and learning clinical skills in a technologically rich and authentic

- learning environment. *Nurse Education Today*, 27(1), 73-79.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Xu, Z., Lu, X. Z., Guan, H., Chen, C., & Ren, A. Z. (2014). A virtual reality based fire training simulator with smoke hazard assessment capacity. *Advances in engineering software*, 68, 1-8.
- Young M. F., Slota S., Cutter A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M., Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61-89.
- Yildiz, R., & Atkins, M. (1996). The cognitive impact of multimedia simulations on 14 year old students. *British Journal of Educational Technology*, 27(2), 106-115.
- Zimmerman, B. J. (1994). Dimensions of academic self-regulation: A conceptual framework for education. *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*, 1, 33-21.

부 록

[부록 1] 전문가 타당화 검토 설문지	387
[부록 2] 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 워크시트	397
[부록 3] 적합성 검토 설문지	404
[부록 4] 프로토타입 주요 화면 및 설명	418
[부록 5] 가상 실재감 측정 설문지	432

[부록 1] 전문가 타당화 검토 설문지(1차)

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형 개발

1차 전문가 타당화 검토

안녕하세요? 저는 서울대학교 교육학과 교육공학 전공 박사과정 한형중입니다. 본 설문지는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형 개발을 위해 도출된 구성요소와 설계원리 및 이에 포함되는 설계 지침, 그리고 절차 모형에 대한 타당화를 검토하기 위한 목적을 지닙니다. 설문지는 크게 ‘1. 연구의 소개’ 부분과 ‘2. 타당도 검토’ 부분으로 구성되어 있으며, 연구의 소개 부분은 1) 연구의 필요성과 목적, 2) 구성요소, 설계원리 및 지침, 모형의 개발 및 도출 과정과 주요 내용으로 구성되어 있습니다. 타당도 검토는 1) 도출된 구성요소에 대한 타당화 질문지, 2) 설계원리 전반에 대한 타당화 질문지, 3) 개별 설계원리 및 설계지침에 대한 타당화 질문지, 4) 절차 모형에 대한 타당화 질문지로 구성되어 있습니다.

질문에 응답하는 과정에서 정확히 이해가 가지 않는 부분은 연구자에게 질문하실 수 있으며, 개방형 질문은 면담의 형식으로 진행할 수 있습니다. 전문가 타당화 검토는 개방형 질문을 포함하여 약 30분에서 45분 정도 소요될 것으로 예상 됩니다. ‘전문가 프로필’ 부분에 작성해 주시는 ‘이름’은 자료 식별용으로만 사용되어 연구의 익명성을 보장하기 위해 논문에는 언급되지 않음을 보장합니다. 바쁘신 중에도 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

한형중 드림

서울대학교 대학원 교육학과 교육공학전공

※ 전문가 프로필

- 이름 :
- 전공분야 및 최종학력 :
- 소속 및 직위 :
- 실무 및 연구 경력 : (년)
- 가상현실 관련 연구 혹은 과제 실적 : 편/회
- 시뮬레이션 관련 연구 혹은 과제 실적: 편/회
- 콘텐츠 관련 연구 실적 혹은 과제 실적: 편/회

1) 도출된 구성요소에 대한 타당화 질문지

가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 구성요소는 교육공학 및 콘텐츠 설계 영역에서의 선행 연구 고찰을 통해 도출하였습니다. 이에 도출된 구성요소가 타당한지를 알아보려고 합니다. 다음 설문지의 질문을 읽으시고 아래 평정척도에 따라 해당하는 곳에 √표 해주시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

평가문항	응답			
	1	2	3	4
가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 구성요소를 위해 관련 문헌의 탐색이 적절하게 이루어졌는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 구성요소 도출을 위한 문헌 분석의 결과가 적절하게 반영되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 시 고려해야 할 핵심 요소들로 타당하게 구성되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
도출된 구성요소는 동일한 수준의 요소(또는 용어)로 적절하게 구성되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
· 맥락 활동 시나리오	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
· 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
· 현실적 인터페이스	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
· 시뮬레이션 활동 피드백	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
구성요소와 원리 연결이 타당하게 이루어졌는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

※ 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

2) 설계원리 전반에 대한 타당화 질문지

다음 설문 문항들은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리 전반에 대한 타당성과 이의 도출 과정의 적절성을 확인하는 목적을 지닙니다. 다음 설문지의 질문을 읽으시고 아래 평정척도에 따라 해당하는 곳에 √표 해주시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

가. 설계원리 도출에 대한 타당화

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
사례 분석	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리를 위해 사례 분석이 적절하게 이루어졌는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	사례 분석의 결과가 설계원리에 적절하게 반영되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
전문가 면담	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리를 위해 전문가 면담이 적절하게 이루어졌는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	전문가 면담 결과가 설계원리에 적절하게 반영되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
주요 이론 (선행문헌)	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계원리를 위해 주요 이론(선행 문헌) 탐색이 적절하게 이루어졌는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	주요 이론(선행 문헌) 내용에 대한 분석 결과가 설계원리에 적절하게 반영되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

나. 설계원리에 대한 타당화

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
타당성	본 설계원리는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 시 고려해야 할 원리로 타당하다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
설명력	본 설계원리는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 시 고려해야 할 원리를 잘 설명하고 나타내고 있다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
유용성	본 설계원리는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 하는데 유용하게 활용될 수 있다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
보편성	본 설계원리는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 시 보편적으로 이용할 수 있다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
이해도	본 설계원리는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 하는데 이해하기 쉽게 표현되었다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

※ 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

--

3) 개별 설계원리 및 지침에 대한 타당화

다음 설문 문항들은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션의 개별 설계원리 및 상세 지침에 대한 타당성을 묻는 것입니다. 설계원리 및 상세 지침을 검토하신 후, 타당한 정도를 아래 평정척도에 따라 해당하는 곳에 √표 해주시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

구성요소	설계원리 및 지침	응답			
		1	2	3	4
■ 맥락 활동 시나리오	1. 맥락 분석 원리 : 실제 현장에서 발생하는 사건의 맥락과 특징을 분석하여 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에 적용될 속성을 파악한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.1. 실제 상황 혹은 현장에서 경험할 수 있는 맥락이 무엇인지를 탐색하게 하라(박경선, 나일주, 2011; McGrath et al., 2018)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.2. 실제 상황 혹은 현장 맥락에서 대상자가 어떠한 어려움을 겪는지에 대한 구체적 사건을 탐색하라(이애영, 2014; 임철일, 2012; Scavone et al., 2010; 면담자 A; 면담자 C)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.3. 여러 문제 중 가장 중요하다고 고려되는 사항이 무엇인지를 해당 맥락의 전문가와 논의 후 선정하라(면담자 C)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.4. 현상에 대한 분석을 통해 지식의 속성(목표, 유형, 복잡성 수준 등)이 무엇인지를 도출하라(면담자 A; 면담자 E)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.5. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 사용 대상에 대한 특성을 분석하라(Lauson et al., 2012; 면담자 B)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1.6. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 실험적(experiment)인지 경험적(experience) 유형인지 결정하라(Becker & Parker, 2012) * 실험적 유형 : 실험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 문제에 대한 구체적인 답이 있는 형태로 사용자의 조작을 통해 지식을 습득함 ** 경험적 유형 : 경험적 형태의 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션은 사용자가 다른 객체(아바타)와의 의사소통 기반의 상호작용을 통해 지식을 습득함	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
■ 현실적 인터페이스	2. 현실 반영 원리 : 실제적인 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 구현하기 위해 현실감을 고려하여 공간 및 객체를 구성한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	2.1. 현실에서의 공간 및 객체가 지니는 주요 특성을 확인하기 위해 현장에 방문해서 확인하라(면담자 A; 면담자 B; 면담자 E)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.2. 가상현실 환경을 구성하기 위해 시뮬레이션이 반영될 실제 환경을 촬영하라(김기홍, 서범주, 2017)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.3. 실제 공간 및 객체를 가상현실에 구성하기 위해 사진을 촬영한 후 크기를 측정하고 특성을 작성하라(면담자 A; 면담자 B; 면담자 C)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.4. 현실에서의 사람, 장소, 사물 등을 2차원적으로 표상한 후 렌더링(rendering)을 통해 3차원적 형태, 표면, 색채, 깊이(depth), 공간감을 표상하라(Cohen et al., 2013; Dede, 2009)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 ■ 현실적 인터페이스 	3. 실제적 정수화 원리 : 현실 맥락을 반영한 사건의 다양한 특성과 내용 중 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 구현할 핵심적 요소를 중심으로 모델링하고 이를 단계적 및 개념적으로 설계한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3.1. 현실 사건(사례)에서 발생하는 맥락과 문제에서의 핵심적 요소가 무엇인지 확인하게 하라(임철일, 연은경, 2009; Hjelseth, Morrison, & Nordby, 2015)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3.2. 현실에서의 복잡성을 핵심적 요소에 따른 시간적 및 공간적 변화에 따라 단순화 하라(Lindgren et al., 2014)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3.3. 시간 및 공간적 변화가 반영된 이야기 형태의 시나리오를 구성하기 위해 일련의 절차가 포함된 흐름도(flow chart)로 나타나게 하라(van der Voort & Tideman, 2008)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3.4. 일련의 핵심 내용이 포함된 스토리보드를 구현하여 개념적으로 설계하라(Lemheney et al., 2016; Kirkley, Tomblin, & Kirkley, 2005)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 	4. 복잡성 수준 원리 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용할 사용자의 수준을 고려하고 이를 반영한다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4.1. 전체 단계가 복잡한 경우 이를 단계별로 구분하라(임철일, 2012; Reigeluth & Schwartz, 1989; 사례 5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4.2. 사용자의 수준을 고려하여 구체적 안내 등이 이루어질 수 있는 단계별 훈련 및 연습, 별도의 안내가 이루어지지 않는 최종 시뮬레이션 형태 모두를 고려하라(면담자 A; 면담자 B; 면	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	답자 E; 사례 4)	
	4.3. 단계의 수준이 적절하지 않는 경우 다른 수준으로 변경할 수 있도록 하라(면담자 D)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 ■ 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 	5. 초기 정보 제공 원리 : 가상현실이 사용자에게 야기할 수 있는 주의 분산을 없애고 교육적 이해를 높이기 위해 시뮬레이션 활동 이전 단계에서 주요 정보를 제공한다.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	5.1. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션을 사용자가 활용하기에 앞서 학습 내용과 관련있는 용어, 사용법, 주의 사항 등을 안내하라(임철일, 2012; 면담자 B; 면담자 D; 사례 3, 사례 5)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	5.2. 사건이 일어난 주요 맥락을 포함한 설명이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 초반 도입 부분에 제시하여 교육용 시뮬레이션에 대한 이해를 향상시켜라(면담자 A; 면담자 C; 면담자 D; 사례 1; 사례 2)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 맥락 활동 시나리오 ■ 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 	6. 입체적 탐색 및 조작 원리 : 사용자의 주도적인 학습 활동이 이루어질 수 있도록 다양한 측면에서 입체적 접근을 가능하게 하여 탐색 및 조작하게 한다.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	6.1. 문제 상황을 발생하게 하는 유발 사건(trigger event)을 설정하라(Brown, 2017; 사례 5)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	6.2. 가상현실 기반 시뮬레이션에서 사용자는 1인칭 시점에서 사건에서 주인공 역할로 탐구 및 실천적 활동을 수행하게 하라(백영균, 2010; 이지현 외, 2015; Havranek, et al., 2012)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	6.3. 의견(대안) 선택 전 사용자가 해당 사건이나 물체에 대해 다양한 측면에서 접근하여 탐색 혹은 조작하도록 하라(Adamovich et al., 2009; McMahan, Kopper, & Bowman, 2015; 면담자 A; 면담자 B; 면담자 D; 면담자 E)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	6.4. 각 사건에서 의견 선택이 필요한 경우 가장 빈번하게 나타나는 현실적 선택을 고려하여 최소 2가지 이상의 의견 선택 옵션을 제시하고 이를 선택하게 하라(편석준 외, 2017; Bahar et al., 2013; Freina & Ott, 2015; 면담자 D; 사례 2)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	6.5. 주어진 상황에 대한 사용자의 의견 반영 및 선택으로 인해 상이한 결과가 나타나게 하라(Bahar et al., 2013)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	6.6. 대안 선택으로 인하여 결과가 제시될 경우 시각뿐만 아니라 청각적 요소를 통해 추가적인 설명과 정보를 제공하라(Wissmath et al., 2010;	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	사례 2)	
<ul style="list-style-type: none"> ■ 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 ■ 현실적 인터페이스 	7. 감각적 방향 안내 : 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션에서 사용자의 실재감 향상과 어떠한 활동을 해야하는지에 대해 안내한다.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	7.1. 가상현실에서 사용자가 존재하고 있다는 것을 인식하기 위해 화면 하단에 신체 부위 중 일부(예, 가상의 손)를 나타나게 하라(전찬규, 김민규, 이지원, 김진모, 2017; McMahan, Kopper, & Bowman, 2015; 면담자 D; 사례 1)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	7.2. 구체적인 방향성을 안내하는 가이드(방향 안내 화살표, 아바타와의 대화, 손짓 등)를 제시하여 사용자의 주의분산을 저하시켜라(Appleman, 2005; Darken & Peterson, 2014; 면담자 D; 사례 1, 사례 3, 사례 4)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 실제적 조작 및 활동을 통한 상호작용 ■ 현실적 인터페이스 	8. 자율성 원리 : 사용자가 실제적 조작 및 활동을 수행할 때, 어려움을 직면할 수 있는 가능성을 고려하여 도움을 제공한다.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	8.1. 사용자에게 특정 물체나 사건에 대한 주요 정보를 제공하고자 하는 경우 이를 나타내는 표시를 제시하고 이를 직관적으로 바라보았을 때 특정 부가 정보가 제시되게 하라(한종성, 이근호, 2015; 사례 3)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	8.2. 사용자가 시뮬레이션 진행 혹은 방향 등에 복잡하거나 어렵다고 인식하는 경우 도움을 제공할 수 있는 단서를 제공하라(고일선 외, 2010; 임철일, 2012; Gabbard & Hix, 2013; 면담자 A)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	8.3. 학습 지원 도구 등을 활용하여 사용자의 현재 상황을 안내하라(사례 1)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 시뮬레이션 활동 피드백 	9. 결과 제시 및 피드백 원리 : 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서 사용자가 수행한 활동에 대한 종합적 결과를 제시하고 선택에 대한 피드백을 제시한다.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	9.1. 주요 단계에서 핵심적인 내용에 대한 이해 수준을 확인할 수 있는 퀴즈나 질문을 제시하고 선택하게 하라(사례 1; 사례 6)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	9.2. 잘못된 선택을 하게 되는 경우 무엇이 잘못되었는지에 대한 즉각적이고 구체적 피드백을 제공하라(구정훈, 임형준, 강윤주, 2014; 최승연, 박재완, 2017; 면담자 B; 사례 5)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	9.3. 잘못된 선택을 한 경우 재 선택이 이루어질 수 있도록 기회를 제공하라(임철일, 연은경, 2009;	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

	Cook et al., 2013; Wang et al., 2010; 사례 5)	
	9.4. 구체적 피드백 후 관련 내용이나 이론을 학습하도록 가상현실에서 멀티미디어 자료를 추가로 제시하도록 하라(사례 1)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	9.5. 가상현실 기반의 교육용 시뮬레이션이 모두 종료된 후 최종 목표에 대한 달성 정도, 치명적 오류 등을 포함한 디브리핑(debriefing) 종합 결과와 피드백을 제시하여 경험한 사건과 활동에 대해 반성적 사고를 유발하게 하라(Cho, Yim, & Paik, 2015; Cheong, 2010; 면담자 B; 사례 4, 사례 5)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

※ 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

4) 설계모형(절차 모형)에 대한 타당화 질문지

다음 설문 문항들은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형 전반에 대한 타당성을 확인하는 목적을 지닙니다. 다음 설문지의 질문을 읽으시고 아래 평정척도에 따라 해당하는 곳에 √표 해주시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
타당성	본 절차 모형은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 설계할 시 참고할 수 있는 설계모형으로 타당하다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
설명력	본 절차 모형은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 시 따라야 할 절차들을 잘 설명하고 있다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
유용성	본 절차 모형은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 하는데 유용하게 활용될 수 있다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
보편성	본 절차 모형은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 시 보편적으로 이용할 수 있다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
이해도	본 절차 모형은 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 하는데 이해하기 쉽게 표현되었다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

※ 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

타당화 검토에 참여해 주셔서 진심으로 감사드립니다

[부록 2] 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 워크시트

○ 현장의 특성을 확인할 수 있는 자료 분석

항목		내용	비고 (관련 사진 혹은 그림 자료, 부가 설명 등)
자료 명			
자료 출처			
사건 및 상황 기록	어떠한 상황인가?		
	상황 속에서 어떠한 사건이 발생하였는가?		
주요 행동 기록	해당 사건에서 행위자는 어떠한 행동을 하였는가?		
	반응자가 나타낸 행동은 무엇인가?		
특이사항			
기타사항(비고)			

○ 사용 대상자 특성 정리

항목	내용
대상자 범위	
대상자 주요 특성	
대상자가 인식하는 어려움	
직면하는 어려움에 대한 선수 지식의 수준	
교육 목적에 대한 필요 수준	

○ 현실 환경 및 객체 분석

항목		내용	
환경 혹은 공간 특성			
핵심적으로 고려해야 하는 교실 환경(분위기) 및 객체 요소			
환경 실제 주요 장면	00소재 00 학교		
	00소재 00 학교		
개념적 표상(sketch)			

○ 개요도 작성(시뮬레이션 설계를 위한 요소)

구분	질문	내용	
목표 및 대상	무엇을 시뮬레이션 할 것인가? 사용 대상은 누구인가?		
설계 및 개발의 근거	왜 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 개발되어야 하는가?		
구현 방향	어떻게 설계 및 개발할 것인가?	지식의 유형	
		목표 달성의 복잡성 수준	
		중점적으로 고려해야 하는 요소	
		사실성 수준	
		감각적 요소 활용 범위	

○ 모델링을 통한 행동과 반응 및 피드백

순서	사건	적절하지 않은 행동	행동에 따른 결과	설명적 피드백 (explanatory feedback)	적절한 행동	행동에 따른 결과

○ 시나리오 설계

항목	내용			
시뮬레이션 콘텐츠 목적				
사건 유발 요소 (trigger event)				
시놉시스 (사건 및 상황적 시나리오)				
시뮬레이션 역할	행위자(주체) 특성 및 역할			
	프로필		역할	
	반응자(객체) 특성 및 역할			
	프로필		역할	

○ 스토리보드 개발

화면 명			
상황 설명			
			화면 설명
			힌트 및 단서 제공 유무 및 내용
비고 (관련 설계 지침 등)			

[부록 3] 적합성 검토 설문지

안녕하세요? 저는 서울대학교 교육학과 교육공학 전공 박사과정 한형종입니다.

본 질문지는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형의 적용을 통해 개발할 프로토타입의 교육 목표 등을 포함한 내용 적합성을 확인하는 목적을 지닙니다. 개발할 프로토타입의 교육 목표, 내용, 사용자 특성, 개요도를 도출하기 현장의 특성을 확인할 수 있는 자료 분석, 현장의 수요자 면담, 예상 대상자 면담 등이 이루어졌습니다.

이상의 자료 분석을 통해 도출된 사용 대상자의 특성, 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계의 개요도, 특정 상황에 대한 대표적인 적절한 행동과 적절하지 않은 행동, 그리고 적절하지 않은 행동을 하였을 때의 반응으로서 표준적인 피드백에 대해 전문가 대상으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계가 이루어질 경우 적합한지에 대해 확인하고자 합니다.

질문에 응답하는 과정에서 정확히 이해가 가지 않는 부분은 연구자에게 질문하실 수 있습니다. 적합성 검토는 개방형 질문을 포함하여 약 20분 이내 소요될 것으로 예상됩니다.

‘전문가 프로필’ 부분에 작성해 주시는 ‘이름’은 자료 식별용으로만 사용되어 연구의 익명성을 보장하기 위해 논문에는 언급되지 않음을 보장합니다. 또한, 전문가임을 증명하기 위하여 해당 내용 즉, 전공 분야와 최종학력, 소속과 경력 부분만 논문에 제시될 것임을 말씀드립니다.

바쁘신 중에도 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

한형종 드림

서울대학교 대학원 교육학과 교육공학전공

※ 전문가 프로필

- 이 름 :
- 전공분야 :
- 최종학력 :
- 소속 및 직위 :
- 실무 및 연구 경력 : 년
- 주 연구 분야(최소 3가지) :

■ 적합성 검토

다음 설문 문항들은 도출된 목표와 내용이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션으로 설계 및 개발하는데 적절한지를 확인하는 목적을 지닙니다. 아래 내용을 확인한 후 설문지의 질문에 대해 해당하는 곳에 √표 해주시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

가. 가상현실 기반 시뮬레이션 설계를 위한 내용 개요

* 아래 내용은 현장의 특성을 확인할 수 있는 자료, 현장 전문가의 면담을 통해 설계를 위한 내용적인 측면에서의 개요를 정리한 것입니다. 아래 내용을 확인해주시기 바랍니다.

구분	질문	내용	
목표 및 대상	무엇을 시뮬레이션 할 것인가? 사용 대상은 누구인가?	수업이 이루어지는 학교 현장에서 실제 교사가 직면하는 대표적인 어려움 중 하나로 고려되는 학습자와 효과적인 의사소통에 대해 예비교사 혹은 초임교사들이 관련 지식 및 기술을 획득하도록 함	
설계 및 개발의 근거	왜 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 개발되어야 하는가?	실제 현장에서 잘못 대응하는 경우 학습자의 인지적인 수준을 고려하여 볼 때 부정적인 영향을 야기할 수 있음. 사전에 교육 및 훈련을 통해 적절하게 대응해야 하는 행동 등을 학습할 필요가 있으며 가상현실을 통해 보다 구체적인 상황을 경험해 볼 필요가 있음	
구현 방향	어떻게 설계 및 개발할 것인가?	지식의 유형	▪ 특정 상황에서 발생하는 지식 혹은 기술(태도)로 상황적 특성이 다소 높음
		목표 달성의 복잡성 수준	▪ 변인의 수가 다양하게 발생 가능함 ▪ 통제하기 어려운 상황이 발생할 수 있음
		중점적으로 고려해야 하는 요소	▪ 대표적으로 초보자가 발생하는 과오 혹은 오류 등의 분석, 전문가가 수행하는 행동 등의 분석을 토대로 이를 단순화해야 함 ▪ 실제성을 지닌 시나리오 개발을 통해 훈련이 이루어질 필요가 있음
		사실성 수준	▪ 환경적인 측면에서 실제 교실의 모습, 학생들의 표정 혹은 제스처 등의 주요 특징적인 측면에서 현실적인 요소를 지닐 필요가 있음
		감각적 요소 활용 범위	▪ 시각, 청각(음성 언어), 신체 움직임

나. 대상자 특성

* 아래 내용은 대상자로 고려되는 초임 교사를 대상으로 면담을 실시하여 이에 대한 특성을 정리한 것입니다. 아래 내용을 확인해 주시기 바랍니다.

항목	내용
대상자 범위	예비교사~초임교사
대상자 주요 특성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수업을 운영하기에 앞서 어떻게 하면 효과적인 수업이 이루어질 수 있을지에 대해 고민을 함 ▪ 수업 운영에 대한 내적 동기 수준이 높은 수준임 ▪ 하지만 실제 현장에서 문제 상황에 직면했을 때 당황한 경우가 다소 있음
대상자가 인식하는 어려움	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수업 전반에 있어 다양한 어려움이 존재하지만 수업 운영 측면에서 공통의 어려움을 지닌다고 판단됨 ▪ 특히, 학생들과 어떻게 효과적으로 의사소통할 것인지에 대해 어려움을 지님 ▪ 세부적인 측면에서 학생들이 내용과 관련 없는 질문을 하는 경우, 질문이나 의견을 제시할 때 가장 적절하다고 판단되는 의사소통 방법이 무엇인지에 대해 어려움을 지님
직면하는 어려움에 대한 선수 지식의 수준	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대학의 전공과목, 교직과목 등에서 효과적인 의사소통 기술과 관련된 내용에 대한 사전 학습이 이루어지므로 다소 높음 ▪ 초임 교사의 경우 이론적인 지식뿐만 아니라 실제적인 경험을 지님
교육 목적에 대한 필요 수준	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대학의 관련 교과목 등을 통해 사전 지식을 지니고 있으나 이에 대한 실제적인 적용의 경험이 낮은 수준이므로 실제 수행의 정도는 다소 낮은 정도임 ▪ 반면, 이에 대한 교육과 훈련에 대한 현재의 필요 수준은 높은 것으로 확인되어 수행 수준과 교육 혹은 훈련의 필요 수준 차이가 큼

다. 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 및 개발의 내용적 적합성 검토 질문

* 위의 내용을 읽고 아래 문항에 대해 해당 되는 곳에 √표 해 주시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

영역		평가문항	응답			
			1	2	3	4
목표의 적절성		목표가 지식이 적용되는 실제 상황이나 유사한 상황에서 의사결정과 문제 해결 능력 향상을 위한 것인지?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
상황의 적절성	상황 발생의 중요도	제시된 사건이 실제로 빈번하게 발생하거나 중요성을 지니고 있는지?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	상황의 전형성	제시된 사건이 현장에서 발생하는 전형적(prototypical) 상황으로 고려 가능한지?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
내용의 적절성		둘 이상의 문제해결이나 의사결정 단계가 필요한 경우 인지?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
대상의 적절성		제시된 목표와 내용이 대상자의 특성을 고려하였을 때 적절하다고 생각하는지?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
설계 및 개발의 적절성		제시된 목표와 내용이 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션이 개발된다면 도움이 될 것이라고 생각하는지?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

라. 주요 사건에 대한 적절한 행동과 적절하지 않은 행동 및 피드백의 적절성

* 각 사건에 따른 적절한 행동과 적절하지 않은 행동을 도출하기 위해 관련 선행 문헌과 교사 대상의 면담을 실시하여 도출하였습니다. 이에 대해 적절하다고 생각되는 정도를 해당되는 곳에 √표 해 주시기 바랍니다. 또한, 적절하지 않은 경우 이에 대한 수정 의견을 작성해 주시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

■ 사건 1

사건	적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
제시된 질문이나 의견이 현재 내용과 상관 없는 경우	지금 하고 있는 말은 이 주제와 관련이 없는 것 같아요. 넘어가 볼까요?	의견이 현재의 주제와 관련이 없는 경우에는 바로 넘어가는 것은 좋지 않아요. 바로 넘어가게 되면 ‘내가 잘못된 건가?’ 와 같이 부정적인 생각을 학습자에게 심어줄 수 있어요. 이 경우, 학습자에게 다시 질문을 하여 현재 내용과의 관련성을 다시 한번 확인한 후 진행하는 것이 좋습니다.	좋은 의견이 될 수 있어요. 방금 그 의견을 여기에 적어 놓고 다시 00에 대해 한번 알아보고 이야기하도록 해 볼까요?

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다

(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

--

■ 사건 2

사건	적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
질문이 의견이 제시되지 않아 진행이 정체된 경우	아무런 의견이 없는 것 같은데 다음 주제로 넘어가도록 합시다	아무런 의견이 제시되지 않는 경우 충분히 생각하여 말할 수 있도록 잠시 기다리는 자세를 취하는 것이 좋습니다. 이 후 주제와 내용에 대한 재확인을 위한 간략한 안내 후 다시 한번 질문을 하거나 생활 속의 경험과 연관시키는 유도질문을 한다면 효과적인 의사소통이 이루어질 수 있어요.	지금까지 00에 대해 알아보았는데요. 이 문제가 나타났을 때 또 어떠한 것을 할 수 있을까요?

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다
(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

--

■ 사건 3

사건		적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
제시된 질문이나 의견이 내용과 적절한 경우	학생이 질문이나 의견을 제시할 때 : 시선 처리	학생이 아닌 다른 곳(칠판, 다른 학생, 창문 등)을 쳐다본다	학생들의 질문이나 의견이 제기되었을 때, 시선 을 어떻게 처리하는지는 공감적 청취와 의사소 통에 영향을 미칠 수 있어요. 학생을 뚫어지게 쳐다보거나 시선을 피하기 위해 다른 곳을 쳐 다보는 것은 좋지 않아요.	화자를 향해 미소를 짓고 정면을 바라보며 다른 곳을 쳐다 보지 않는다

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다
(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

■ 사건 4

사건		적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
제시된 질문이나 의견이 내용과 적절한 경우	학생이 질문이나 의견을 제시할 때 : 청취 자세(1)	팔장을 끼며 경청한다	이야기를 듣는 과정에서 상대방에게 경청하고 있음을 나타내는 제스처나 몸짓은 의사소통에 긍정적인 영향을 미칩니다. 팔짱을 끼는 것 보다는 가볍게 머리를 끄덕이는 등 경청하고 있음을 나타내는 게 좋습니다.	팔장을 끼지 않는다

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다
(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

■ 사건 5

사건		적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
제시된 질문이나 의견이 내용과 적절한 경우	학생이 질문이나 의견을 제시할 때 : 청취 자세(2)	허리를 곧게 펴고 차렷자세로 의견을 듣는다	효과적인 의사소통이 이루어지기 위해서는 경 직된 자세보다 편안하고 이완된 자세가 좋아요. 상대방을 향해 앞으로 약간 몸을 숙여보세요.	질문을 할 경우 교수자는 약간 몸을 앞으로 숙이거나 이야기를 들으며 고개를 끄덕인다

영역	평가문항	응 답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다
(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

--

■ 사건 6

사건		적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
제시된 질문이나 의견이 내용과 적절한 경우	학생이 질문이나 의견을 제시할 때 : 청취 자세(3)	학생의 질문이나 의견에 대해 반응 없이 끝까지 듣는다	학생의 질문이나 의견이 제시되고 있는 상황 에서 반응을 나타내지 않는 것은 좋지 않아요. 학 습자가 의견이나 질문을 충분히 이어나갈 수 있도록 ‘그렇군요’, ‘아~’ 와 같이 맞장구를 치 며 짧게 호응하는 모습을 나타내는 것이 좋습 니다.	화자의 질문에 아~하는 등의 응답을 한다

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다
(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

--

■ 사건 7

사건		적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
제시된 질문이나 의견이 내용과 적절한 경우	학생이 좋은 의견을 제시할 때 : 칭찬하기	의견을 다 듣고 난 후 ‘좋은 의견입니다. 여러분도 이러한 의견을 제시할 수 있어요.’ 라고 칭찬한다	칭찬을 하는 경우 포괄적으로 제시하는 것보다 는 어떠한 부분에서 좋은 접근이었는지를 구체 적으로 제시하는 것이 좋습니다.	의견을 다 듣고 난 후 ‘좋은 의견입니다. 특히, 의견 중에 00을 발견한 부분은 정말 좋은 접근 중에 하나입니다.’ 라고 칭찬한다

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다
(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

■ 사건 8

사건		적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
제시된 질문이나 의견이 내용과 적절한 경우	학생의 말이나 의견이 짐작될 경우	어떠한 의견을 제시할지 짐작하여 잠시 학생의 의견을 멈추고 이야기한다	갑자기 학생의 질문이나 말을 중단시키는 것은 좋지 않아요. 의견을 끝까지 듣지 않고 대충 짐 작하여 정리하는 것은 좋지 않아요. 이 경우 잘 못된 내용의 정리, 결론이 도출될 수 있어요. 말하는 사람이 말하고자 하는 내용을 끝까지 듣는 자세를 취해서 신중하게 청취하고 있음을 나타내세요.	질문을 중간에 중단시키지 않는다

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다
(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

--

■ 사건 9

사건		적절하지 않은 행동	설명적 피드백(explanatory feedback)	적절한 행동
제시된 질문이나 의견이 내용과 적절한 경우	의견 청취 후 요약할 때	의견에 대해 머릿속으로 정리하여 다시 이야기한다	의견의 핵심을 파악하는 것은 매우 중요해요. 의견에 대해 간략하게 칠판 혹은 보드에 정리 하면 효과적인 의사소통이 이루어질 수 있어요.	의견을 다 듣고 난 후 핵심적인 내용을 칠판 혹은 보드에 요약하여 작성한다

영역	평가문항	응답			
		1	2	3	4
세부 사건의 전형성	위에 제시된 사건이 실제 교사가 직면하는 상황으로서 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
행동의 전형성	상황에 대한 적절하지 않은 행동과 적절한 행동이 실제 교사의 행동을 고려하였을 때 전형성(prototypical)을 지니는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피드백의 적절성	적절하지 않은 행동을 하였을 때, 제시되는 피드백의 내용이 적절한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다
(특히, 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해 주시기 바랍니다)

--

※ 이 외 의견이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍니다


적합성 검토에 참여해 주셔서 진심으로 감사드립니다


[부록 4] 프로토타입 주요 화면 및 설명²⁾


화면 명	초기 메인 화면 -> 단계별 연습 및 훈련 선택	
상황 및 내용 설명	단계별 연습 및 훈련을 선택하였을 때의 세부 사건이 제시되어 사용자가 선택하도록 함	
	화면 설명	<p>단계별 훈련 및 연습하기를 클릭하였을 경우 단계별 훈련 및 연습하기 아래 세 가지 사건을 클릭할 수 있는 형태가 추가 제시됨</p> <p>(단계별 훈련이 효과적으로 진행되기 위해 세부 사건 혹은 활동별로 별도 구분함)</p>
	지원 요소 및 전략	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 용어 및 주의 사항 안내 ✓ 단계별 접근 구성 ✓ 시뮬레이션 결과 보기
	비고	<p>설계 지침 5.1</p> <p>설계 지침 7.2</p>



2) 비교의 설계 지침은 프로토타입 개발에 적용된 4차 설계원리의 설계 지침임

화면 명	주요 용어 및 주의사항 안내											
상황 및 내용 설명	가상현실 기반 교육용 시뮬레이션을 통해 학습하게 될 맥락에서 주로 활용하는 용어와 활용 상 주의사항을 제시함											
<div><table data-bbox="489 586 799 920"><thead><tr><th colspan="2">주요 용어</th></tr></thead><tbody><tr><td>초임교사</td><td>현재 학교에서 재직 중인 교사로 경력 3년 이하의 선생님을 의미함</td></tr><tr><td>예비교사</td><td>향후 교사로서 역할을 수행할 대상자로서 해당 분야의 교직 이수자, 교원자격증소지자, 임용준비생 등을 모두 의미함</td></tr><tr><td>의사소통</td><td>본 콘텐츠에서 의미하는 의사소통은 교수학습 실행에서 교사가 학생들의 의견에 대해 효과적으로 반응하는 것을 의미함. 따라서 교사의 경청하기, 질문하기, 칭찬하기 등이 포함됨</td></tr><tr><td>상호작용</td><td>일반적으로 상호작용은 다양한 의미로 사용 가능하나, 본 콘텐츠에서는 수업 상황에서의 교수자와 학습자의 상호작용으로 한정함</td></tr></tbody></table></div> <div><div data-bbox="458 1232 748 1467"><p>- 주의사항 -</p><p>본 콘텐츠는 교사의 의사소통 능력을 향상시키기 위한 목적을 지닙니다.</p><p>본 콘텐츠를 장시간 사용하는 경우 건강 상의 유의가 필요하오니 각 모드별 훈련을 진행함에 있어 5~10분 정도 휴식을 취해주시기 바랍니다.</p><p>또한, 본 콘텐츠는 단계별 연습 및 훈련 후 실전 훈련하기를 권장합니다.</p></div></div>			주요 용어		초임교사	현재 학교에서 재직 중인 교사로 경력 3년 이하의 선생님을 의미함	예비교사	향후 교사로서 역할을 수행할 대상자로서 해당 분야의 교직 이수자, 교원자격증소지자, 임용준비생 등을 모두 의미함	의사소통	본 콘텐츠에서 의미하는 의사소통은 교수학습 실행에서 교사가 학생들의 의견에 대해 효과적으로 반응하는 것을 의미함. 따라서 교사의 경청하기, 질문하기, 칭찬하기 등이 포함됨	상호작용	일반적으로 상호작용은 다양한 의미로 사용 가능하나, 본 콘텐츠에서는 수업 상황에서의 교수자와 학습자의 상호작용으로 한정함
주요 용어												
초임교사	현재 학교에서 재직 중인 교사로 경력 3년 이하의 선생님을 의미함											
예비교사	향후 교사로서 역할을 수행할 대상자로서 해당 분야의 교직 이수자, 교원자격증소지자, 임용준비생 등을 모두 의미함											
의사소통	본 콘텐츠에서 의미하는 의사소통은 교수학습 실행에서 교사가 학생들의 의견에 대해 효과적으로 반응하는 것을 의미함. 따라서 교사의 경청하기, 질문하기, 칭찬하기 등이 포함됨											
상호작용	일반적으로 상호작용은 다양한 의미로 사용 가능하나, 본 콘텐츠에서는 수업 상황에서의 교수자와 학습자의 상호작용으로 한정함											
화면 설명												
교사와 학생의 효과적인 의사소통을 위해 사용되는 주요 용어와 가상현실 기술 활용에 따른 주의 사항을 안내함												
지원 요소 및 전략												
✓ 정보 및 안내 기능 중 활동에 필요한 기초적인 정보 안내												
비고	설계 지침 7.2											


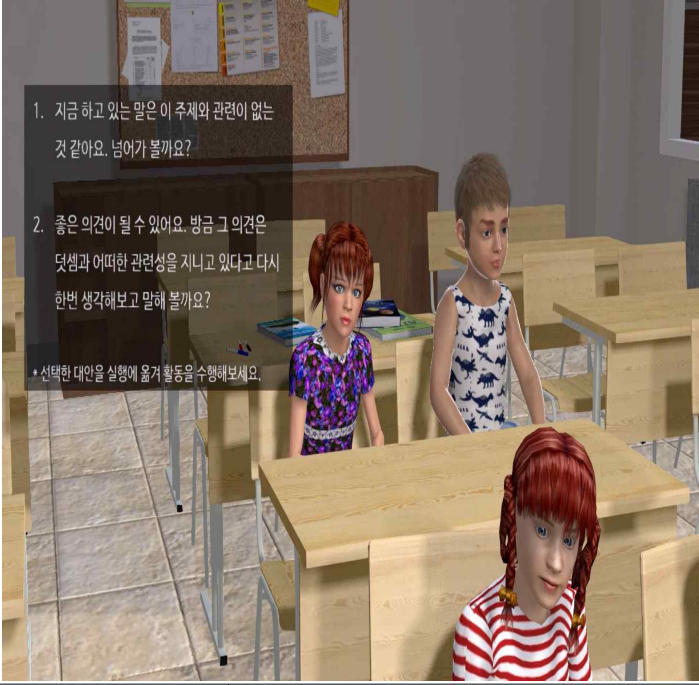
화면 명	단계별 훈련 및 연습 혹은 실전 훈련하기 첫 화면(배경 및 맥락 설명)
상황 및 내용 설명	단계별 훈련 및 연습 혹은 실전 훈련하기 모드를 클릭하였을 때, 문제 상황과 맥락적 설명이 포함된 사전 정보를 제시함
	<p>화면 설명</p> <p>사건의 배경에 해당되는 정보가 제시되어 사용자에게 상황 및 맥락적 정보를 제공함</p> <p>상황 및 맥락적 정보가 제공됨에 있어 교실에서 교사가 힘들고 괴로워하는 모습이 제시됨</p> <p>(각 화면에 적합한 화면이 제시되거나 동영상이나 애니메이션 효과가 적용되어 맥락적 정보를 효과적으로 제시함)</p>
	<p>지원 요소 및 전략</p> <p>✓ 정보 및 안내 기능 중 시물레이션 활동에 대한 배경 및 맥락적 정보 제공</p>
이미지 영상 자료	https://www.youtube.com/watch?v=E4-1O4hlbsA
비고	설계 지침 7.1

화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 후
내용 설명	상황에 대한 배경 및 맥락적 정보가 제공된 후 사용자의 활동이 이루어지기 전에 문제에 대한 생각해 볼 수 있도록 질문을 제시함
	<p>화면 설명</p> <p>학생이 교사의 행동을 이해하지 못하는 듯한 표정이나 자세를 나타내고 있음</p> <p>이에 대해 교사가 어떻게 행동해야 하는지를 유발하는 질문이 팝업 형태로 제시됨</p>
	지원 요소 및 전략
	<p>✓ 교사의 행동에 대한 사고 유발 및 콘텐츠 목적 이해 향상을 위한 질문 제시</p>
이미지 영상 자료	https://youtu.be/VB98zZFW6Xs
비고	설계 지침 6.2


화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내
상황 및 내용 설명	상황에 대한 배경 및 맥락적 정보가 제공된 후 사용자의 활동이 이루어지기 전에 어떠한 활동을 하는지 안내가 이루어짐
	<p>화면 설명</p> <p>사전 브리핑(사용자가 수행해야 하는 주요 활동, 목표) 정보가 무엇인지가 제시되어 콘텐츠에서의 시뮬레이션 활동 목적을 이해하고 사고를 촉진함</p> <p>가상 손이 화면 하단에 제시되어 가상에서 존재하고 있음을 인식하고 멀미 등의 부작용을 감소시킴</p>
	<p>지원 요소 및 전략</p> <p>✓ 주요 활동이 무엇인지를 나타내는 ‘instruction’ 제시</p>
이미지 영상 자료	https://youtu.be/05PdOUrkVQs
비고	설계 지침 6.1, 설계 지침 8.1, 설계 지침 9.1

화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 실제 활동 중 추가적인 정보 제공	
상황 및 내용 설명	주요 활동에 대한 안내(활동 이전에 이루어지는 사전 브리핑)가 이루어진 후 실제 단계별 활동에서 사용자에게 도움이 될 수 있는 정보를 제공함	
	화면 설명	총 네 명의 학습자가 존재함
		학습자 별로 사용자가 접근할 때 프로필에 대한 내용 정보가 팝업 형태로 제시됨
	지원 요소 및 전략	
		<p>✓ 활동에 도움이 되는 정보 제공 : 대상자(객체)의 특성에 대한 정보</p>
이미지 영상 자료	https://youtu.be/Ba_yRTNr0GI	
비고	설계 지침 5.2, 설계 지침 7.3	


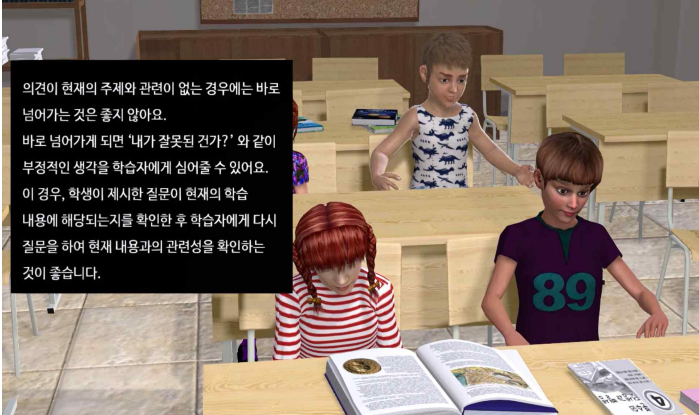
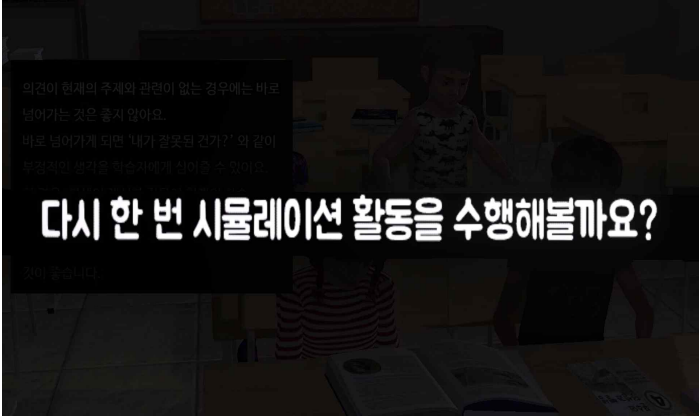
화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 실제 활동 중 부가적인 정보 제공
상황 및 내용 설명	단계별 활동에서 사용자가 시뮬레이션 활동에 직접적인 도움이 될 수 있는 정보를 제공함
<div data-bbox="245 439 1054 1794"> </div>	
<div data-bbox="1070 439 1359 1794"> <p>화면 설명</p> <p>교탁 위에 분필, 교사용 교과서 등의 교구가 존재함</p> <p>학생의 책상에는 학생용 교과서, 필기 도구 등이 위치함</p> <p>사용자가 각 객체에 접근하였을 때, 관련 정보가 제시됨</p> <p>지원 요소 및 전략</p> <p>✓ 활동에 도움이 되는 정보 제공 : 주어진 상황에서 확인을 해야 할 단어나 정보의 제공</p> </div>	
비고	설계 지침 5.2, 설계 지침 7.3


화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 실제 활동 중 대안 선택 제시
상황 및 내용 설명	주어진 상황에서 학생 한 명이 현재 진행되고 있는 수업 주제와 다른 주제의 질문을 제기함. 이에 대해 교사가 어떠한 활동을 해야 하는지에 대한 대안이 제시되며 대안에 따른 시뮬레이션 활동을 안내함
	<p>화면 설명</p> <p>한명의 학생이 질문을 하기 위해 손을 들고 있음</p> <p>교사가 학생 근처로 다가가 ‘무슨 질문있나요?’ 라고 제시함 (1인칭 시점으로 움직이는 장면 제시)</p> <p>이에 대해 학생은 ‘선생님, 인형 두 개가 갑자기 없어졌는데 이거는 텃셈이예요?’ 라고 학습 주제와 다소 관련이 적은 질문을 함</p>
	<p>교사가 어떠한 선택을 해야 하는지에 대한 선택지와 선택을 실행에 옮겨 활동(행동)을 수행을 유발하는 안내 문구가 제시됨</p>
	<p>지원 요소 및 전략</p>
	<p>✓ 대안 선택의 기회 제공</p> <p>✓ 실제 시뮬레이션 활동(행동)의 기회 제공</p>
이미지 영상 자료	https://youtu.be/YRrk1IPtSZs
비고	설계 지침 8.2, 설계 지침 8.3, 설계 지침 8.4

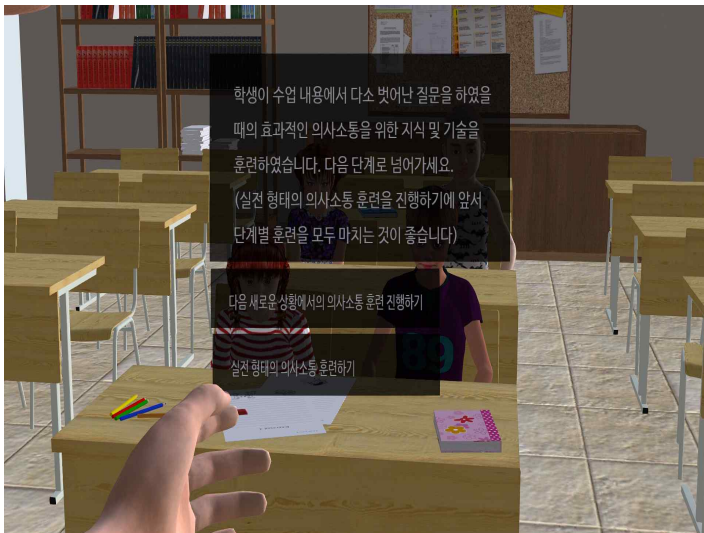
화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 사용자가 객체를 발견하지 못하거나 활동을 수행하지 않는 경우	
상황 및 내용 설명	학생의 질문을 하기 위해 손을 들었지만 사용자가 이를 무시하거나 인식하지 않아 활동이 지연되는 경우 안내함	
	화면 설명	<p>학생이 질문을 하기 위해 손을 들고 있음</p> <p>교사가 학생을 확인하지 못한 경우 혹은 학생의 확인이 늦어지는 경우 이를 안내하는 화살표가 학생 근처에 제시됨</p>
	지원 요소 및 전략	<p>✓ 시뮬레이션 활동을 유도하는 화살표 제시</p>
이미지 영상 자료	https://youtu.be/bGrOC48KH38	
비고	설계 지침 5.2, 설계 지침 9.2	


화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 실제 활동 중 단서 혹은 힌트의 제공
상황 및 내용 설명	사용자가 시뮬레이션 활동에 어려움을 지닌 경우 활동을 유도할 수 있도록 정보를 제공함
	<p>화면 설명</p> <p>제시된 대안에 대해 사용자가 10초 이상 반응하지 않는 경우 도움을 줄 수 있는 단서나 힌트를 제공함</p> <p>교사용 교과서 ‘현재 단원을 확인해 보세요’라는 문구가 제시되며 교사용 교과서가 강조됨</p> <p>화면 우측 상단에 진행해야 할 주요 활동이 순차적으로 정리되어 제시됨</p>
	지원 요소 및 전략
	<p>✓ 시뮬레이션 활동의 힌트로서 안내 문구 및 진행 상황의 정보 제공</p>
비고	설계 지침 5.2, 설계 지침 7.4

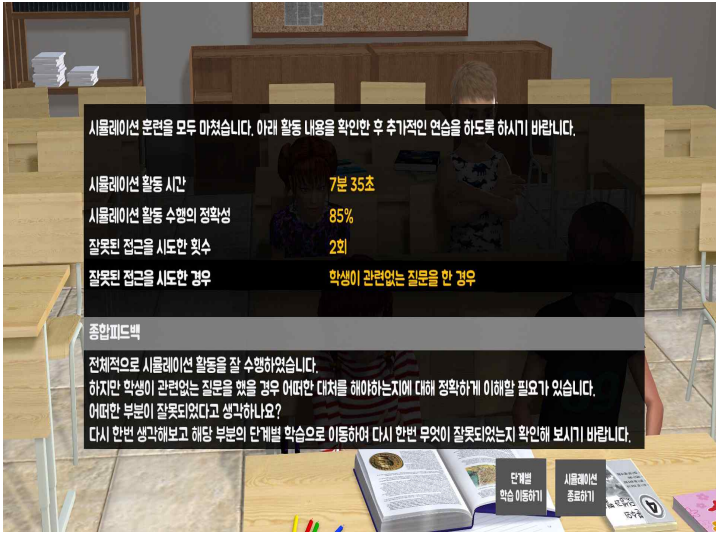
화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 실제 활동 중 대안 선택 제시 -> 피드백 내용 제공	
상황 및 내용 설명	주어진 상황에서 학생 한 명이 현재 진행되고 있는 수업 주제와 다른 주제의 질문을 제기한 상태에서 사용자가 적절한 대안을 선택함 적절한 대안 선택에 따른 피드백이 제공되는 상황	
	화면 설명	<p>적절한 대안을 선택하였을 경우, 답변을 한 학생이 고개를 끄덕이면서 다시 한번 생각하는 표정이 나타남</p> <p>위의 표정이나 자세가 나타난 후 아래의 피드백이 팝업 형태로 제시됨</p>
	지원 요소 및 전략	<p>✓ 활동에 대한 결과 제시(캐릭터의 반응으로서의 제스처와 설명적 피드백 제공)</p>
이미지 영상 자료	https://youtu.be/20PRrN1FC1k	
비고	설계 지침 8.4, 설계 지침 10.1	

화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 실제 활동 중 대안 선택 제시 -> 피드백 내용 제공, 재선택 기회 제공	
상황 및 내용 설명	<ul style="list-style-type: none"> 주어진 상황에서 학생 한 명이 현재 진행되고 있는 수업 주제와 다른 주제의 질문을 제기한 상태에서 사용자가 적절하지 않은 대안을 선택함 적절하지 않은 대안 선택에 따른 피드백이 제공되는 상황 적절하지 않은 대안 선택으로 인한 피드백이 제시된 후 사용자에게 재선택의 기회를 제공하는 화면 	
		화면 설명
		<p>적절하지 않은 대안을 선택하였을 경우, 머쓱한 표정이나 불만있는 표정과 자세 등이 제시됨</p> <p>특히, 질문을 한 학생 이외 다른 학생은 불만있는 표정을 지으며 ‘왜요? 그럼 언제 질문해요?’ 라고 반문함</p> <p>잘못된 선택에 따른 설명적 피드백이 제공됨</p> <p>설명적 피드백 제공 후 화면의 색이 어두워지면서 그 위에 다시 한 번 시뮬레이션 활동을 수행해 볼까요? 라는 메시지가 등장하여 재선택의 기회를 제공함</p>
		지원 요소 및 전략
이미지 영상 자료	https://youtu.be/kVdEvEy4wUc	
비고	설계 지침 8.4, 설계 지침 10.1, 설계 지침 10.2	

화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 실제 활동 중 활동 정보 확인		
상황 및 내용 설명	사용자가 현재 시뮬레이션 활동 진행 상황을 확인함		
	화면 설명		
	가상의 손을 반대편 손으로 터치하는 경우 시뮬레이션 진행 단계와 숙달 정도 등의 정보를 제시함		
	지원 요소 및 전략		
	✓ 사용자의 선택에 따른 시뮬레이션 상황을 안내하는 정보 제공		
비고	설계 지침 7.5		

화면 명	단계별 훈련 및 연습하기 -> 배경 및 맥락 설명 제시 -> 사전 브리핑 안내 -> 여러 단계별 훈련 중 한 단계를 완료한 후		
상황 및 내용 설명	다음 단계별 상황을 진행할 것인지 혹은 실전 형태의 훈련을 할 것인지를 선택하도록 함		
	화면 설명		
	단계별 접근에서 한 가지 세부 활동이 종료되었을 때, 다음 시뮬레이션 활동을 안내함		
	학습자 통제권(학습자가 직접 단계를 선택할 수 있도록 함)을 제공하지만 단계별 접근을 유도하여 점차 전문가로서의 사고와 행동을 할 수 있도록 함		
	지원 요소 및 전략		
	✓ 단계별 접근의 유도		
비고	설계 지침 5.3		

화면 명	실전 훈련하기 -> 활동
상황 및 내용 설명	실전 훈련하기의 경우 별도의 단서나 도움이 제공되지 않음에 따라 앞서 훈련한 상황이 제시되고 직접적인 시뮬레이션 활동을 수행하도록 함
	화면 설명
	단계별 활동 및 훈련의 첫 화면과 동일한 상황에서 시뮬레이션 활동에 대한 안내 문구가 제시됨 이외, 교육목표의 이해 및 활동을 촉진하는 사전 질문과 맥락적 정보는 단계별 훈련과 동일하게 나타남
	단, 별도의 단서나 활동에 대한 정보를 제공하지 않음
	지원 요소 및 전략
✓ 단계별 접근 후 실전 형태의 접근	
비고	설계 지침 5.3

화면 명	실전 훈련하기 -> 디브리핑 결과 제시
상황 및 내용 설명	실전 훈련하기에서의 활동 후 디브리핑(종합적 결과와 피드백)결과가 제시되는 상황
	화면 설명
	실전 훈련이 완료된 후 종합 피드백과 각 활동에 따른 디브리핑(주요 결과) 내용을 제시함
	이후 오 개념이 무엇이었는지를 확인하게 하는 질문을 제시하여 잘못된 접근에 대한 반성적 사고를 촉진함
	지원 요소 및 전략
✓ 디브리핑 및 종합 피드백의 제공	
비고	설계 지침 10.3

[부록 5] 가상 실재감 측정 설문지

**가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형 개발
: 프로토타입에 대한 가상실재감 설문(학습자 대상)**

안녕하세요? 저는 서울대학교 교육학과 교육공학 전공 박사수로 한형종입니다.

본 설문지는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계모형의 적용을 통해 개발된 프로토타입에 대한 가상 실재감을 확인하기 위한 목적을 지닙니다. 설문지는 크게 본 설문지의 응답에 참여하는 참여자의 인적 사항과 가상 실재감 문항으로 구성되어 있습니다. 질문에 응답하는 과정에서 정확히 이해가 가지 않는 부분은 연구자에게 질문하실 수 있습니다. 본 설문은 프로토타입에 대한 연구자의 설명과 5점 척도의 설문 및 개방형 설문을 포함하여 약 30분 정도 소요될 것으로 예상됩니다.

‘개인 인적 사항’ 부분에 작성해 주시는 자료 전체는 자료 식별용으로만 사용되어 연구의 익명성을 보장하기 위해 논문에는 언급되지 않음을 보장합니다. 또한, 본 설문의 참여자의 특성을 구분하기 위해 구분하는 소속, 학과는 본 연구자가 자료를 분석하는데 있어 특성을 파악하는데 확인되며 논문에는 전체 참여 인원 수 이외에 별도의 특성이 제시되지 않음을 말씀드립니다.

바쁘신 중에도 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

한형종 드림

서울대학교 대학원 교육학과 교육공학전공

1. 참여자의 인적 사항

1-1. 성별

- ① 남 ② 여

1-2. 소속 대학 및 학과(전공) : _____

* 예시(1) : 서울대학교 교육학과(교육공학전공)

** 예시(2) : 서울 소재 청담초등학교

1-3. 학력 및 학년

- ① 학부 1학년 ② 학부 2학년 ③ 학부 3학년 ④ 학부 4학년
⑤ 석사과정 ⑥ 석사수료 ⑦ 석사졸업 ⑧ 박사과정
⑨ 박사수료 ⑩ 박사졸업

1-4. 경력(교사의 경우 작성해 주시기 바랍니다) : _____년 _____개월

1-5. 가상현실 관련 체험 혹은 교육 및 훈련 여부

- ① 있음 ② 없음

2. 가상 실재감 측정

가상 실재감은 가상현실이 마치 실제 현실에 존재하는 상황이나 공간 등에 존재하고 있다고 느끼는 사용자의 인식(Schrader & Bastiaens, 2012)입니다. 사용자가 가상현실에 대해 유용하다고 인식하는 정도는 가상현실이 실제와 어느 정도로 유사하게 인식되는지에 따라 상이한 결과가 도출될 수 있습니다. 따라서 프로토타입에 대해 사용자로서 여러분이 인식하는 가상 실재감이 어느정도인지를 측정하고자 합니다. 가상 실재감은 크게 공간 실재감, 몰입감, 사실성 요소가 포함되며 각각의 의미는 아래와 같습니다

용어	의미
공간 실재감	사용자가 가상현실로 구현된 특정 상황에서 인식되는 여러 환경적 요소들이 실제적으로 느껴지는 지각적 상태
몰입감	자신의 주의력이 특정 사건이나 상황, 활동에 집중하게 되는 상태
사실성	가상현실이 현실세계와 비교해 볼 때, 어느 정도 수준으로 현실과 동일하게 인식되는지에 대한 지각 수준

1) 공간 실재감 설문

다음 설문지의 질문을 읽으시고 아래 평정척도에 따라 해당하는 곳에 √표 해주시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 보통이다, 4: 그렇다, 5: 매우 그렇다)

평가문항	응답				
	1	2	3	4	5
실제 교실 공간에 존재하고 있다고 인식되었다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
화면에 제시된 상황과 환경이 사실적으로 느껴졌다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
현실의 교실 공간에서 사용하는 도구나 장면이 유사하게 구현되었다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
전반적으로 교실 상황과 환경 및 공간이 자연스럽게 느껴졌다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2) 몰입감 설문

다음 설문지의 질문을 읽으시고 아래 평정척도에 따라 해당하는 곳에 √표 해주
시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 보통이다, 4: 그렇다, 5: 매우 그렇다)

평가문항	응 답				
	1	2	3	4	5
나의 감각이 제시된 상황에 사로잡히는 것 같은 느낌이 든다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
내가 실제에서 행동을 하는 것 같은 생각이 든다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
내가 교실 상황에서 학생들과 의사소통을 하고 있는 것 같다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
나는 교사로서 역할을 수행하여 학생들과 의사소통 하는 것에 대 해 몰입되는 것 같다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
나는 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 프로토타입에 대해 몰입 감이 느껴졌다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3) 사실성 설문

다음 설문지의 질문을 읽으시고 아래 평정척도에 따라 해당하는 곳에 √표 해주
시기 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 보통이다, 4: 그렇다, 5: 매우 그렇다)

평가문항	응 답				
	1	2	3	4	5
화면에서 나타난 모습이 실제처럼 느껴졌다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
제시된 상황과 사건의 내용이 사실처럼 지각되었다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
가상현실에서 직면한 사건이 현실에서 나타나는 경험과 유사하다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
제시된 가상의 반응(제스처, 음성 포함 학생의 반응 모두)이 사실 적으로 느껴졌다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
전반적으로 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션에서의 경험이 예비 교사 및 초임교사로서 나에게 현실적이라고 인식되었다.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

※ 수정 혹은 보완, 추가 개선 사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해 주시기 바랍
니다

가상 실재감 설문에 참여해 주셔서 진심으로 감사드립니다

Abstract

Development of a Design Model for Virtual Reality Based Educational Simulation

Hyeongjong Han

Major Advisor: Dr. Cheolil Lim

Department of Education

The Graduate School

Seoul National University

The need for educational methods that better reflect reality is critical in meeting the anticipated demands of the future. Various innovations are being investigated, but the context and reality must be taken into account. One possible approach is through educational simulations. Educational simulation employs computers or web-based learning environments to simulate real situations that allow direct interactions by the user. However, current educational simulation consists of texts and pictures on a screen that limits fidelity to reality. Furthermore, it is difficult to explore and analyze situations from different angles. In short, this method restricts dynamic executions of activities by the user in a variety of specific contexts.

The use of virtual reality (VR) may help overcome the above limitations. VR is an interactive three-dimensional (3D) environment that is simulated from real-world scenarios. Using these 3D reconstructions of real-world scenes in VR educational simulations allows the user to immerse more fully. Dynamic exploration and realistic training of educational scenarios or problems that are hard to implement in field can be executed. In particular, it is possible to extend the user's learning experience in various contexts where education or training is required but not due to risks or constraints of reality. Despite these advantages of implementing VR in educational simulations, there is a lack of research on a comprehensive guide and prescriptions. Educational simulation based on VR should take into account a variety of design factors and complexities.

The purpose of this study was to develop the design principles and procedural model for optimized design of educational simulation based on VR. Also, the actual responses of designers, instructors, and learners for a prototype were investigated. Initial components, design principles including guidelines, and the procedural model were derived using design and development research method including literature review, case analysis, expert interview, etc. The initial results were revised and supplemented by the responses of the experts (researchers in the fields of VR as well as those specializing in the design of educational simulation, developers, and instructional designers).

Three components were derived: 'contextual scenario', 'affordance in the simulation', and 'user activity and response'. Based on these components, twelve design principles were developed: 1) principle of matching authentic problems in reality, 2) principle of judgement that is suitable for VR technology, 3) principle of similarity to real environment, 4) principle of structural planning, 5) principle of implementing the professional approach, 6) principle of conceptualizing deployment of simulation activity, 7) principle of simple to complex process, 8) principle of virtual recognition, 9) principle of the same operation and selection as reality, 10) principle of providing information, 11) principle of promoting critical thinking, 12) principle of reflection on the whole simulation. Each principle was elaborated with concrete design guidelines.

The procedural design model was composed of a 'general design model' which shows the general characteristics of the design and a 'specified design model' that contains concrete steps and contents. The general steps of the model were as follows: 1) 'exploration', 2) 'analysis and judgement', 3) 'step-by-step design', 4) 'implementation and testing', and 5) 'maintenance and management'. The 'exploration' stage includes the detailed process of exploring the situation and event, and identifying the purpose of the simulation activity. The 'analysis and judgement' step includes analysis of event cause, analysis of user characteristics, deduction of the initial level of design overview based on the previous two analyses, identification of the suitability of educational simulation based on VR, and analyses of the real environment and objects. The 'step-by-step design' phase consists of deriving the structure in the macro-scale level, designing behaviors of users and response, scenarios and simulation storyboard design for activity at the meso-scale level, and supporting functions and strategies for simulation activities at the micro-scale level. In the phase of

‘implementation and testing’ is the actual implementation in the form of VR-based development of a conceptual storyboard as well as checking out the errors. Finally, in ‘maintenance and management,’ continuous quality assurance is performed for revising and supplementing contents.

This study’s significance lies in synthesizing the key principles for optimizing the design of VR-based educational simulation, and outlining the procedures for the implementation of such model. Furthermore, this study marks the introduction of the novel VR technology and its effective utilization in education which expands the scope of the field of instructional design.

keywords : virtual reality, educational simulation, content, virtual reality content, digital contents, virtual presence, instructional design, future education

Student Number : 2016-30409